

클라우드 서비스 브로커 기술 및 사례 분석

강동재, 김남우, 손덕주, 정성인
한국전자통신연구원

요약

본고에서는 최근 클라우드 컴퓨팅 기술에서 이슈가 되고 클라우드 서비스 브로커(Cloud Service Broker) 기술 및 관련 기술 동향을 살펴보고 실제 구현을 진행중인 사례를 분석 함으로서 클라우드 서비스 브로커 기술에 대한 전반적인 내용을 살펴보고자 한다.

I. 서론

클라우드 컴퓨팅 기술은 인터넷 기술을 활용하여 IT 자원을 서비스로 제공하는 컴퓨팅으로 IT 자원(소프트웨어, 스토리지, 서버, 네트워크 등)을 필요한 만큼 빌려서 사용하고, 서비스 부하에 따라서 실시간 확장성을 지원받으며, 사용한 만큼의 비용을 지불하는 컴퓨팅으로 정의된다 [1],[3]. 이러한 클라우드 컴퓨팅 기술은 인터넷 서비스의 배포 방식과 더불어 서비스 및 단말의 사용 형태에 있어서도 많은 변화를 야기하였다.

현재, 국내 및 해외에서는 거대 데이터센터를 중심으로 다양한 서비스를 위한 클라우드들이 대규모로 구축되고 있으며, 국내를 포함한 다양한 국가에서 클라우드 컴퓨팅 산업 활성화 및 클라우드 컴퓨팅 기술 기반의 서비스 고도화를 위하여 새로운 정책과 방안들을 제시하고 있다.

하지만, 지역적으로 격리된 중,소규모 클라우드의 구축 증가, 클라우드 기반의 다양한 신 서비스 출현과 더불어 클라우드 적용 및 활용도가 높아지면서 클라우드 서비스 사용자에게는 서비스 복잡성이 한층 더 심화되고 있다.

다양한 클라우드 서비스의 출현으로, 클라우드 서비스 사용자는 요구사항에 대한 최적 클라우드 선정 및 클라우드 별 상이한 환경 등의 사용 복잡성 문제에 직면하고 있다. 또한, 클라우드 서비스 사업자는 기 구축한 클라우드 인프라의 활용률 개선과 새로운 클라우드 서비스 비즈니스 모델 발굴을 통한 수익성 개선 방안의 모색이 필요한 상황이다 [4],[5].

상기 문제점들을 포함하는 다양한 클라우드 컴퓨팅 기술의 이슈들이 논의되면서 클라우드 연동, 상호운용성 기술 및 클라우드 서비스 브로커 기술에 대한 관심이 증폭되고 있다.

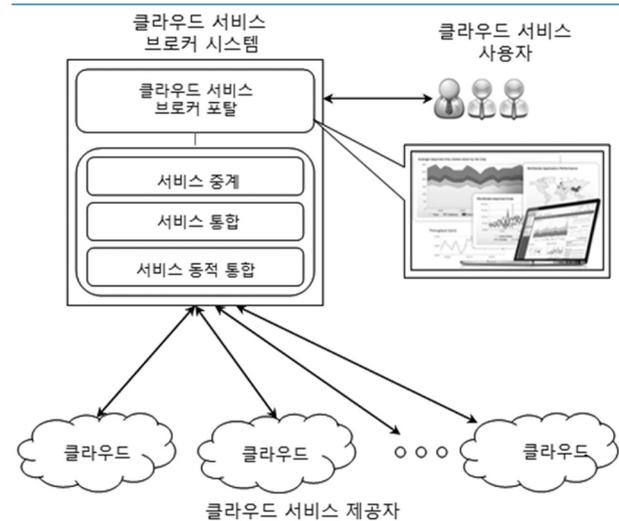


그림 1. 클라우드 서비스 브로커 개념도

클라우드 서비스 브로커 시스템은 클라우드 서비스 제공자와 클라우드 서비스 사용자간 관계 조율 및 소비자의 요구에 맞는 최적의 클라우드 서비스를 제안하고 다양한 클라우드 서비스의 활용, 성능 관리, 서비스 전달 등을 담당하는 중개 시스템으로 정의된다 [14].

〈그림 1〉은 클라우드 서비스 브로커의 개념도이며, 클라우드 서비스 제공자와 사용자 사이에서 서비스의 사용 편의성을 제공하기 위한 서비스 중개 기능을 기반으로 다음과 같은 주요 기능들을 제공한다 [5].

- 서비스 중개(Service Intermediation): 서비스 중개 시에 특정 기능 개선 및 부가 서비스를 통한 부가가치 제공
- 서비스 통합(Service Aggregation): 다수의 클라우드 서비스를 하나 또는 그 이상의 새로운 서비스로 통합하여 제공
- 서비스 동적 통합(Service Arbitrage): 서비스 통합과 유사하나 결합되는 서비스가 고정되어 있지 않으며, 해당 시점

의 상황을 반영한 서비스의 통합 제공

클라우드 서비스 사용자가 용도에 적합한 최적의 클라우드를 선정하기 위해서는 개별 클라우드에서 제공되는 성능, 가격, 보안, 위치, 인프라 등의 통합적인 정보 제공 및 비교, 분석이 필수적이며, 다수의 복잡한 개별 클라우드 서비스를 동일한 방식으로 접근, 사용, 관리하기 위한 통합 환경은 클라우드 서비스 활성화에 필수적인 요건이 되고 있다. 이는 전자상거래 환경에서 상품 판매자와 구매자 사이에 거래 중개를 수행하는 전자상거래 통합 포털들이 전자상거래 산업의 활성화를 견인하고 있는 것과 유사한 상황이다.

기업의 입장에서는, 전자상거래를 견인하고 있는 통합 포털들처럼, 클라우드 서비스의 중개를 통한 추가 사용자 확보 및 거래 활성화를 통한 클라우드 서비스 인프라의 활용률 개선이 필수적이다.

클라우드 서비스 브로커 기술을 통한 기존 클라우드 서비스의 통합 또는 부가 가치 서비스의 발굴은 기존 클라우드 인프라에 대한 가치 창출 및 신규 비즈니스 기회를 확대할 수 있으며 세계화되는 해외 대기업들의 클라우드 컴퓨팅 서비스의 위협 요인을 차별화된 서비스 모델로 극복 가능하다.

또한, 새로운 클라우드의 지속적인 구축으로, 지역적으로 격리된 다수의 사설 또는 공용 클라우드에 대한 관리 부하가 증가되고 있어서, 클라우드간 상호 운용성에 대응할 수 있는 방안의 연구가 요구되고 있다.

상기와 같이, 클라우드 서비스 브로커 기술은 사용 복잡성이 증가된 다중 클라우드 환경에서 서비스 사용자가 최적의 클라우드 서비스를 손쉽게 찾고 사용, 관리할 수 있도록 하기 위한 것이며, 상호 이질적인 클라우드 환경을 동일한 방식으로 접근 가능하도록 지원함으로써 클라우드 서비스 제공자와 사용자 사이에 클라우드 서비스 거래를 활성화하기 위한 기술로서 정의할 수 있다.

II. 기술 동향

클라우드 서비스 브로커는 최근 유럽과 미국을 중심으로 다양한 연구들이 진행 중에 있으며, 시스템 유용성 및 타당성 검증 을 위한 실험시제품 수준의 설계, 구현 등이 진행되고 있다. 또한, 해외 주요 클라우드 기업 및 연구소를 중심으로 기술 연구 및 사업화 전략을 수립하거나 역량 강화를 추진 중에 있으나, 국내에서는 아직 관련 연구가 미흡한 상황이다.

대표적인 클라우드 서비스 브로커 실험시제품 개발 사례로

는 공개 소프트웨어 기반으로 개발이 진행중인 mOSAIC[22]과 CompatibleOne ACCODS[13],[21]가 있으며, 관련 핵심 기술 확보 및 클라우드 서비스 산업에 기여를 통한 클라우드 산업 활성화를 목적으로 하고 있다.

유럽 FP7 프로젝트로 진행중인 mOSAIC은 다중 클라우드 환경을 위한 공용 인터페이스 및 관련 플랫폼을 개발하는 과제로서 서비스 중개 시스템을 기반으로 운용된다. 응용 서비스 개발자를 포함하는 서비스 관리자 및 사용자가 서비스 중개 시스템을 통하여 이종 환경의 다수 클라우드를 동일한 방식으로 접근할 수 있는 방식을 제공한다. 또한, 개발하는 응용 서비스가 요구하는 최적의 구동 환경을 제공하는 클라우드를 찾아주며 클라우드간 응용 서비스의 자유로운 이동을 지원한다.

유럽 유레카(EUREKA) 프로젝트로 진행중인 Compatible One ACCORDS는 공개 소프트웨어 기반의 클라우드 서비스 브로커로서 각 클라우드 서비스 제공자가 보유하는 서비스 브로커를 기반으로 다양한 클라우드 기반의 서비스를 중개하기 위한 환경을 제공한다. 클라우드 서비스 사용자는 상기 클라우드 서비스 브로커를 통하여 요구사항을 전달하고 최적의 클라우드를 제공받으며, 서비스 제공자와의 협상을 통하여 원하는 서비스의 배치 및 관리를 수행할 수 있다.

클라우드 상호운용을 위해서는, 다양한 클라우드 사이에 서로 다른 클라우드 인프라 자원의 연계가 요구되며, 클라우드 서비스 제공자와 사용자 사이에 클라우드 서비스의 중개 역할이 필요하다. NIST의 문서에서는 이러한 요구사항을 만족시키기 위한 역할을 클라우드 서비스 브로커 개념으로 정의하고 있으며 최근 클라우드 컴퓨팅 서비스의 중개를 위한 클라우드 서비스 브로커의 역할 및 참조 구조를 정의하였다[14].

Gartner는 클라우드 연동이 클라우드 서비스 중개를 통하여 가시화 될 수 있을 것이라고 예상하였으며, 이후 클라우드 서비스 중개의 정의, 클라우드 서비스 중개의 참조 모델, 비즈니스 모델과 그를 통한 이윤 및 클라우드 서비스 브로커의 주요한 역할 등에 대한 다양한 분석 문서를 발간하고 있다 [5].

또한, Forrester에서는 클라우드 연동을 구현하기 위한 하나의 방안인 클라우드 서비스 브로커 기술이 클라우드 컴퓨팅 시장의 차기 비즈니스 모델로 자리잡을 것이라고 예상하고 있다 [8].

클라우드 연동에 대한 논의는 표준화 측면에서도 이루어지고 있으며, 표준화 단체인 IEEE, IETF 및 ITU-T에서 진행중인 클라우드 상호운용성 및 클라우드 서비스 브로커 관련 표준화 작업은 다음과 같다 [3],[6],[9].

- P2302-Standard for Intercloud Interoperability and Federation(IEEE)

- Cloud Service Broker(IETF)
- Introduction to the cloud ecosystem: definitions, taxonomies, use cases and high-level requirements, Functional requirements and reference architecture (ITU-T)

클라우드 연동을 위한 솔루션 및 제품들은 이중 클라우드들의 통합 관리 기능을 주요한 특징으로 하고 있으며 다양한 연구 결과물들이 상용 및 공개 소프트웨어 기반 솔루션으로 개발되고 있는 상황이다.

- 공개 소프트웨어(OSS): mOSAIC, SlapOS, Compatible One ACCORDS, OpenNebula 등
- 상용제품: CloudKick, Rackspace, RightScale, Flexiscale, GoGrid, CloudSwitch, Kavvo, Enstratus 등

상기 기술한 바와 같이, 클라우드 서비스 사용자 측면의 사용 복잡성 완화 및 클라우드 서비스 제공자 측면의 부가가치 창출을 비롯한 부수적인 문제점들을 개선하기 위하여 클라우드 연동 및 상호운용성 기술이 연구되고 있으며, 클라우드 연동을 위한 방안으로 클라우드 서비스 브로커 라는 개념이 가장 이슈가 되고 있는 상황이다.

III. 클라우드 서비스 브로커

본 장에서는 클라우드 서비스 브로커의 주요 기능을 중심으로 소프트웨어 구조 및 관련 기능들을 소개한다. 클라우드 서비스 브로커는 컴퓨팅 자원(IaaS¹), 소프트웨어 개발 및 실행 환경(PaaS²) 및 소프트웨어(SaaS³)를 포함하는 모든 서비스에 대하여 중개가 가능하며, 중개하는 서비스에 따라서 일부 기능의 차이가 발생할 수 있다.

1. 구조 및 기능

클라우드 서비스 브로커 시스템의 주요 기능 및 구성은 <그림 2>와 같다.

개략적인 주요기능은 클라우드 서비스 운영 관리, 클라우드 서비스 중재, 서비스 라이프사이클 관리, 클라우드 연결 관리, 사업화 지원 및 클라우드 보안으로 구분할 수 있으며, 각 부분의 상세 내용은 아래와 같다.



그림 2. 클라우드 서비스 브로커의 소프트웨어 기능 구조도

1.1 브로커 포탈

브로커 포탈은 연동 클라우드 환경에서 다수의 클라우드 사용에 대한 복잡성을 완화하고, 이중 클라우드상에 서비스의 배치, 배치된 서비스의 통합 관리, 비즈니스 지원을 위한 사용자 관리, 과금, 모니터링 등을 포함하는 통합 환경을 제공하기 위한 부분이다. 따라서, 사용자 인터페이스는 클라우드 서비스 브로커에서 지원하는 다양한 기능들을 직관적이고 단순한 인터페이스를 통하여 클라우드 서비스 사용자에게 전달한다.

또한, 브로커 포탈은 클라우드 서비스 브로커의 기능을 클라우드 서비스 사용자 또는 상위의 새로운 서비스가 사용할 수 있도록 기능 인터페이스를 제공하는 부분이며, 사용자 편의성을 위한 그래픽 인터페이스 또는 통합 기능의 제공을 목적으로 한다.

1.2 사용자 요구사항 검증

사용자 요구사항 검증은 사용자가 입력한 서비스 요구사항의 유효성을 검증하는 부분이며, 요구사항의 형태(Syntax) 및 의미(Semantics)에 대한 두 가지 종류의 검증을 수행한다.

사용자의 요구사항은 브로커 포탈을 통하여 입력되며, 입력된 요구사항이 사용자 요구사항 검증의 입력 값으로 주어진다. 입력된 요구사항의 의미적 유효성 판단을 위한 기반 데이터는 브로커 운영 데이터 저장소에 저장된 정보들이며, 형태에 대한 검증은 사용 가능한 키워드 기반의 기계적 검증을 통하여 수행한다. 이후, 검증을 완료한 사용자 요청은 처리를 위하여 클라우드 서비스 중재 부분으로 전달된다.

1.3 클라우드 서비스 중재

다수의 클라우드 기반 서비스를 활용하기 위해서는 다양한 클라우드 서비스 사업자가 제공하는 서비스와 클라우드 인프라에 대한 기본 정보 및 활용 목적에 대한 적합성 등의 비교, 분석이 요구된다. 또한, 사용자마다 또는 서비스마다 다양한 요구사항

1 Infrastructure as a Service
 2 Platform as a Service
 3 Software as a Service

이 존재하기 때문에 일률적이고 획일적인 방대한 정보는 사용자 하여금 다수 클라우드 환경의 서비스를 사용하는데 있어서 복잡성을 증가시킨다.

상기 문제점을 완화, 개선하기 위하여 클라우드 서비스 중재는 클라우드 서비스 사용자로부터 서비스 배치를 위하여 요구되는 다양한 입력 정보를 받아드리고 분석하며, 분석 내용을 기반으로 서비스의 배치를 위한 최적 클라우드 서비스 선정 및 배치 계획을 제공한다. 또한, 서비스 제공자가 제시하는 SLA⁴와 사용자 요구사항 사이에 조율을 통하여 서비스 협약을 중재하여 계약을 성사시키며 조율된 SLA항목을 기반으로 서비스 라이프사이클 관리를 수행한다.

1.4 서비스 라이프사이클 관리

서비스 라이프사이클 관리는 배치된 서비스의 실시간 배치 형상 및 상태의 제어, 관리를 수행하며, 제시된 SLA, 성능 조건 등과 같은 제약사항에 위배되는 경우, 제약사항의 준수를 위하여 서비스의 상태 제어, 배치 형상 및 구성 등의 변경을 담당하는 부분이다.

서비스 라이프사이클 관리의 수행 요청은 클라우드 서비스 중재에서 도출된 배치 계획, 이벤트에 의한 이상징후 알림 및 서비스 사용자의 직접적인 수행 요청 등이 될 수 있다.

이벤트는 사전 설정된 제약사항, SLA 관련 규약 및 주기적인 모니터링 데이터의 비교 분석을 통하여 이상징후 감지 시, 알림을 통한 부가적인 처리를 요청하는 기능을 수행한다.

서비스 라이프사이클 관리의 처리 내용은 이력정보의 관리를 위하여, 브로커 운영 데이터 저장소에 저장된다.

1.5 서비스 배치

서비스 배치는 서비스 라이프사이클 관리의 서비스 배치 또는 구성 설정과 같은 요청 사항을 실제 처리하기 위하여, 적절한 클라우드 연결 관리 부분을 선택하고 요구사항을 전달하는 기능을 수행한다.

1.6 클라우드 연결 관리

클라우드 연결 관리는 다수 클라우드 환경에서 제공하는 다양한 클라우드 서비스를 단일 브로커 시스템을 통하여 사용 가능하도록 다양한 이종 클라우드의 인터페이스를 추상화하는 기능을 수행한다. 클라우드 연결 관리는 클라우드 서비스 브로커 시스템의 구현 단순화 및 구현 일관성을 위하여 공통 인터페이스를 제공하며, 개별 클라우드에서 제공하는 인터페이스에 연결

을 수행하는 부분이다.

즉, 클라우드 연결 관리는 클라우드 서비스 브로커 시스템을 위한 공용 인터페이스가 존재하고 하위에 이종 클라우드 별 연결 관리 부분이 존재하는 형태로 구성된다. 클라우드 종류는 OpenStack, OpenNebula, Amazon, Rackspace 등과 같이, 서로 다른 기술로 구현된 클라우드를 의미하며 동일한 기술의 클라우드에 대해서는 하나의 동일한 연결 관리 부분을 공유하여 사용한다.

1.7 서비스 및 자원 모니터링

서비스 및 자원 모니터링은 클라우드 서비스 브로커 시스템의 상태에 대한 모니터링 부분과 다양한 클라우드에 배치된 서비스에 대한 모니터링 부분으로 구분할 수 있다.

모니터링은 기본적으로 데이터의 수집, 진단, 처리라는 세 가지의 기본 기능들로 정의된다. 클라우드 서비스 브로커 시스템에서는 모니터링 데이터 진단 부분을 이벤트 관리가 수행하고 있으며, 모니터링 데이터 저장은 브로커 운영 데이터 저장소가 담당하는 구조이다. 또한 관련 모니터링 데이터의 수집은 클라우드 연결 관리 부분을 통하여 각 클라우드로부터 사전 정의된 데이터 항목들을 주기적으로 수집한다.

1.8 브로커 운영 데이터 저장소

브로커 운영 데이터 저장소는 브로커를 구성하는 다양한 기능을 수행하는데 있어서 요구되는 정보들을 기록, 저장하는 데이터 통합 저장소이다.

저장되는 정보는 주기적인 모니터링 데이터, 기능 블록들의 요청 수행 결과, 이벤트 데이터 및 클라우드 서비스 제공자가 제공하는 정보(서비스 종류, 가격, 제공 가능한 자원 정보 등)들로 구성된다.

정보를 저장하는 주요한 주체는 모니터링 부분과 서비스 라이프사이클 관리 및 이벤트 관리 들이며, 정보의 사용 주체는 비즈니스 지원, 클라우드 서비스 중재, 브로커 포탈 등이 될 수 있다.

1.9 사업화 지원

사업화 지원은 클라우드 서비스 브로커를 상용화 하는데 있어서 요구되는 부가적인 기능을 지원하는 부분이며, 사용자 계정 및 권한 관리, 과금, 사용 정보 수집 및 산정, 보고서 기능 및 검사 기능 등을 포함한다.

2. 요구사항 처리 시나리오

클라우드 서비스 브로커에서는 상기 기술한 주요 기능들이 연

4 서비스 수준 협약(Service Level Agreement)

계되어 수행되며, 서비스 사용자 요구사항의 처리 흐름은 <그림 3>과 같다. <그림 3>은 <그림 2> 클라우드 서비스 브로커의 소프트웨어 기능 구조도를 기능 처리 흐름을 기술하는데 적절한 형태로 재 조합한 것이다.

본 절에서는 사용자가 클라우드 컴퓨팅 자원을 사용하고자 하는 경우에 대하여 살펴보도록 한다. 서비스 처리 흐름은 시스템에 따라서 일부 차이가 발생할 수 있으므로 일반적인 흐름을 위주로 기술한다. 클라우드 서비스 사용자는 클라우드 기반의 서비스를 운영하기 위한 응용 서비스 제공자이며, 서비스 운용에 요구되는 시스템 자원을 필요로 한다고 가정한다.

- ① 사용자는 용도에 적합한 클라우드 서비스에 대한 요구사항을 브로커 포털을 통하여 입력한다. 여기서 사용자 요구사항은 클라우드의 위치, 월 사용비용, 안정성, 시스템 사양(CPU갯수, 메모리 크기 등), 운영체제의 종류 등이 될 수 있다.

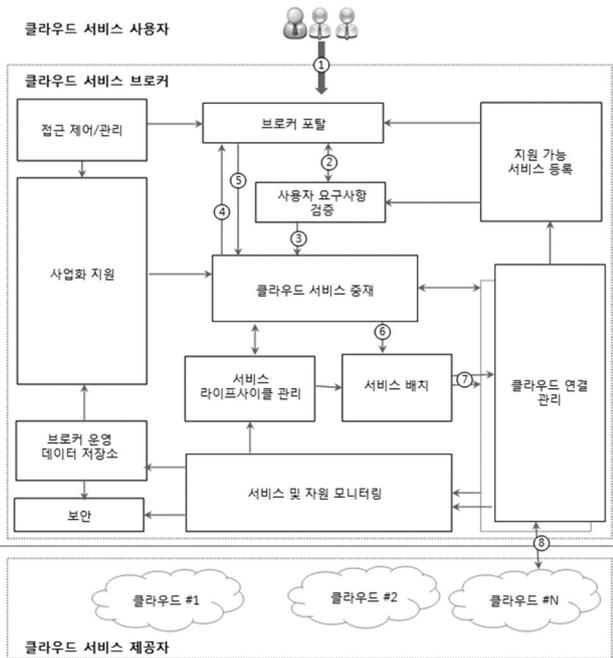


그림 3. 사용자 요구사항의 처리 절차

- ② 입력된 사용자의 요구사항은 사용자 요구사항 검증 부분에서 문법적 오류와 함께 지원가능 서비스 여부 등의 검증을 수행한다. 지원가능 서비스 등록 부분은 클라우드 서비스 제공자에 의하여 지원 가능한 서비스들의 상세 정보를 담고 있는 부분이다.
- ③ 검증이 완료된 요청은 SLA 기반 서비스 배치 협상 및 최적 자원 할당 부분으로 전달되며, 본 기능은 사용자의 요구사항 대비 최적의 클라우드 서비스를 찾는 역할을 수행한다. 최적 클라우드 서비스는 최적 비용이나 최적 성능 등의 조건 기반으로 검색될 수 있으며 이는 사용자의 요구사항 전달에 따라

달라질 수 있다.

- ④ 사용자 입력 조건에 의하여 검색되고 정제된 클라우드 서비스 리스트 정보는 사용자의 최종 선택을 위하여 제공된다.
- ⑤ 사용자가 최종 선택한 클라우드 서비스 정보는 SLA기반 서비스 배치 협상 및 최적 자원 선정 부분으로 전달된다. 여기서, 사용자가 선택한 클라우드 서비스를 제공하기 위한 사전단계로서 관련 서비스 제공자와 사용자 사이에 SLA 협약을 증재한다. 현재, 클라우드SLA 협상은 성숙도가 미흡하여 서비스 제공자가 제시한 SLA의 수용 또는 거부 수준에 진행된다.
- ⑥ SLA 협상이 완료되면, 서비스의 실제 제공을 위하여 서비스 배치로 요청을 전송하며, 서비스 배치는 서비스가 배치될 클라우드를 확인하고, 해당 클라우드에 적합한 클라우드 연결관리를 선택하여 서비스 배치 요청을 전달한다.
- ⑦ 클라우드 연결관리는 클라우드 서비스 제공자에게 최종 서비스 배치 요청을 전달하여 사용자 요청 서비스가 제공된다.

상기 배치된 서비스는 클라우드 연결관리를 통하여 서비스와 자원 정보 등이 모니터링되며, 해당 정보는 브로커 운영정보 저장소에서 지속적으로 저장, 관리된다. 모니터링 정보는 통합자원 관리 및 서비스 제어에서 지속적으로 진단되어 이상 상황(과도한 자원 사용, 서비스 접속 불가 등) 발생시 요구되는 조치(자원의 추가 할당, 부하분산, 서비스 중지 및 재시작 등)를 취하게 된다.

사업화 지원 부분에서도 모니터링 정보를 기반으로 보고서, 과금, 고객관리 등의 서비스를 제공하게 된다.

IV. 사례 분석

본 장에서는 클라우드 서비스 브로커에 대한 이해를 심화하기 위하여 오픈 소스 클라우드 브로커 개발 프로젝트인 CompatibleOne ACCORDS⁵에 대하여 살펴보기로 한다.

CompatibleOne 프로젝트는 프랑스 기업인 Bull과 Prologue 주도하에 산·학·연이 공동으로 연계하여 공개 소프트웨어 커뮤니티 기반으로 개발하고 있어서 무료로 사용 가능하며 기능의 추가 및 재배포가 가능하다.

CompatibleOne은 다양한 클라우드 서비스 제공자를 선택할 수 있도록 지원함으로써 클라우드 서비스 사용자나 개발자가 특정 클라우드 서비스 제공자에 얽매이지 않도록 서비스 선택의 자유를 부여하는 것을 주요 목적으로 하고 있다 [19],[20],[23].

5 <http://www.compatibleone.org>

1. CompatibleOne ACCORDS개요

CompatibleOne ACCORDS는 지역적으로 격리된 이중 클라우드 서비스 제공자의 컴퓨팅 자원을 중개하고 배치된 서비스를 관리할 수 있는 통합환경을 지원하기 위한 플랫폼을 제공한다. CompatibleOne ACCORDS 플랫폼은 컴퓨팅 자원의 명세를 위한 모델인 CORDS[19]를 기반으로 구현되고 있으며, CORDS는 OCCI⁶를 클라우드 자원관리 모델에 적합하도록 확장, 구체화한 것이다 [29]. <그림 4>는 ACCORDS 플랫폼을 구성하는 주요 기능 컴포넌트를 통한 구동 방식을 도시한 그림이다.

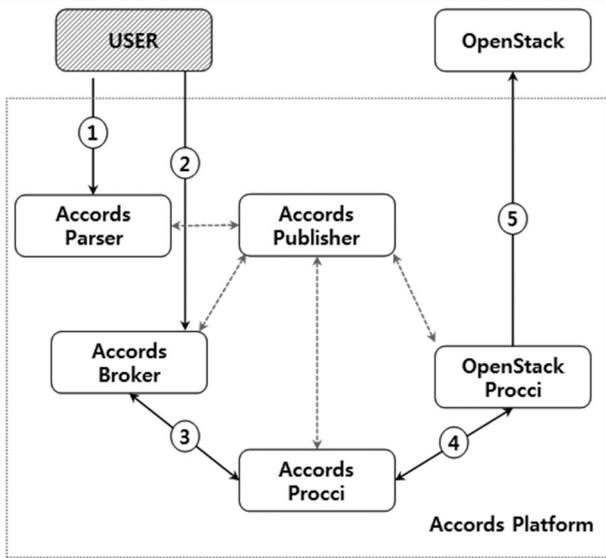


그림 4. CompatibleOne ACCORDS의 구동방식

<그림 4>는 OpenStack 기반의 클라우드 서비스를 제공하는 클라우드 서비스 제공자로부터 사용자가 ACCORDS 플랫폼을 통하여 컴퓨팅 자원을 요청하고 관련 서비스를 제공받는 과정을 나타내며 개략적인 구동 순서는 아래와 같다.

- ① 컴퓨팅 자원 서비스를 제공받고자 하는 클라우드 서비스 사용자는 할당 받을 가상시스템 자원(CPU, 메모리, 저장장치 등)의 요구사항을 기술한 요구사항 명세서인 Manifest와 서비스 수준 협약을 기술한 SLA를 작성하여 ACCORDS 플랫폼의 PARSER에 제공한다. PARSER는 제공된 Manifest와 SLA를 검증하고 이를 기반으로 ACCORDS 플랫폼에서 인식할 수 있는 형태의 서비스 배치 계획인 “Plan”을 생성한다.
- ② 사용자는 생성된 “Plan”을 BROKER에 제공하며, BROKER는 “Plan”을 기반으로 일종의 계약서인 “Contract”를 생성한다. 이 단계에서, 사용자가 요청한 서비스가 실제 제공 가능한 서비스인지 점검을 수행한다.

- ③ BROKER는 사용자 요구사항을 서비스 제공자에게 전달하기 위한PROCCI를 호출하고 PROCCI는 “Contract”를 기반으로 실제 자원을 할당할 수 있도록 준비한다.
- ④ PROCCI는 이중 클라우드 서비스 제공자마다 상이한 인터페이스를 공통 인터페이스로 제공하기 위한 부분으로 사용자가 요청한 서비스를 제공하기 위하여 OPENSTACK PROCCI를 호출한다.
- ⑤ OPENSTACK PROCCI는 OpenStack 기반의 클라우드 서비스 제공자의 플랫폼에 접근하여 사용자의 요청 서비스를 제공한다.

2. ACCORDS 플랫폼의 구조 및 기능

ACCORDS 플랫폼은 다수의 기능 컴포넌트로 구성되어 있으며 전체 구성 컴포넌트는 <그림 5>와 같다. 주요 기능 컴포넌트는 SLAM, PARSER, BROKER 및 PROCCI 컴포넌트이며 특성상으로 구분하면 8개의 계층구조로 구성된다[31].

2.1 컴포넌트 관리 계층(Publication Layer)

PUBLISHER 컴포넌트는 ACCORDS 플랫폼의 기능 계층에서 가장 하단에 위치하며, ACCORDS 플랫폼의 구동시, 가장 먼저 구동되는 컴포넌트이다. 이후, 각 컴포넌트들은 지원 기능 정보를 PUBLISHER에 등록하고, 임의의 컴포넌트가 PUBLISHER에 질의하면 특정 컴포넌트의 위치(IP, 포트정보)와 기능 정보를 결과로서 알려주는 기능을 수행한다. 즉, 모든 ACCORDS 컴포넌트들을 위한 정보공유 허브로서의 역할을 수행한다.

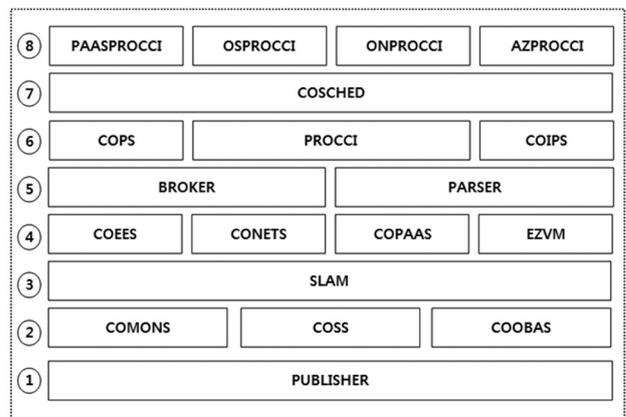


그림 5. ACCORDS 플랫폼 컴포넌트 아키텍처

2.2 접근 규약 계층(Access Protocol Layer)

접근 규약 계층은 COSS(보안), COMONS(모니터링),

6 Open Cloud Computing Interface, <http://occi-wg.org>

COOBAS(과금) 컴포넌트로 구성되며, ACCORDS 플랫폼을 구성하는 기본적인 서비스인 인증, 권한, 감사, 이벤트 로깅, 트랜잭션 관리, 접근 규약, 과금 등의 기능을 제공한다.

2.3 SLA 계층(SLA Layer)

SLA 계층은 SLAM(서비스 수준 협약 관리)으로 구성되어 있으며, 사용자와 클라우드 서비스 브로커간의 SLA인 사용자 SLA와 클라우드 서비스 브로커와 클라우드 서비스 제공자간의 SLA인 제공자 SLA의 두 가지의 SLA를 지원한다.

2.4 서비스 계층(Service Layer)

서비스 계층은 COPAAS(PaaS), COEES(에너지인지 서비스), EZVM(가상머신 이미지 관리)등으로 구성되며, 클라우드 서비스 브로커에서 다양한 서비스를 제공하기 위한 계층이다.

2.5 기능 계층(Function Layer)

기능 계층은 ACCORDS 플랫폼을 운영하는데 있어서 가장 근간이 되는 컴포넌트인 BROKER와 PASER 컴포넌트로 구성된다.

PARSER는 서비스 제공과 관리를 위해 사용자 요구사항을 담은 Manifest를 ACCORDS 플랫폼에 전달하며, 사용자 요구사항인 Manifest를 처리하고 Plan이라 불리는 확장 가능한 자원 명세서를 생성, 저장한다.

BROKER는 서비스 계층과 계약서 관리 계층 사이를 연결하며 서로간의 역할을 조율 한다. BROKER는 확장 가능한 자원 배치 방법을 제공하며, PARSER로부터 생성된 Plan을 처리하여 서비스 관리 그래프를 생성하여 서비스 제공과 관련된 전반적인 흐름을 관리한다.

2.6 계약 관리 계층(Contract Management Layer)

계약 관리 계층은 COPS(배치 서비스), COIPS(가상 이미지 서비스), PROCCI(범용 계약 관리 서비스)로 구성된다. 이전 계층의 BROKER 컴포넌트가 PROCCI를 호출하여 실행되며 자원 할당을 위한 실질적인 작업을 수행하는 계층이다. 또한 계약 관리 라이프 사이클이라 불리는 4단계 사이클을 아래와 같이 운영/관리한다.

- ① 생성: 사용자 요구사항에 맞는 클라우드 서비스 제공자 인터페이스를 통하여 범용 계약서를 생성하고, 이 결과를 서비스 관리 그래프에 첨부한다.
- ② 배치: 예약된 자원을 실제 할당하고 사용한 만큼의 요금을 부과하기 위해서 자원 사용량 등을 모니터링 한다.

- ③ 해제: 사용자에게 할당된 자원을 회수하고 정산작업을 수행한다.
- ④ 삭제: 예약된 자원을 클라우드 서비스 제공자에게 반납하고 범용 계약서를 삭제한다.

2.7 스케줄링 계층(Scheduling Layer)

계약 관리 계층이 호출하며 사용자의 요구사항에 따라서 효율적인 자원배치를 위한 조율을 담당한다.

2.8 서비스 배치 계층(Provisioning Layer)

실제 서비스 제공을 위해 다양한 클라우드 서비스 제공자를 접근할 수 있는 인터페이스를 제공하는 계층으로, 현재, OSPROCCI(OpenStack), ONPROCCI(OpenNebular), AZPROCCI(Azure) 등의 인터페이스들을 지원하고 있다. 클라우드 서비스 브로커가 새로운 유형의 클라우드 서비스 제공자를 지원하기 위해서는 해당 클라우드 서비스 제공자를 접근하기 위한 새로운 인터페이스 컴포넌트의 추가가 요구된다.

3. 사용자 지원 도구

ACCORDS 플랫폼은 관리 및 사용 편의성을 지원하기 위하여 추가적인 사용자 도구를 지원하며, CO-PARSER, CO-BROKER, CO-COMMAND 등이 대표적이다. 상기 도구들의 개략 기능들은 아래와 같다.

- CO-PARSER는 사용자가 작성한 요구사항인 Manifest를 검증하고 공용 형태로 변환하기 위한 도구이며, PARSER 컴포넌트에 Manifest를 전달하여 해당 과정을 수행한다.
- CO-BROKER는 CO-PARSER를 통해 생성된 Plan을 이용하여 사용자가 서비스를 제공 받을 수 있는 도구이다. 사용자가 CO-BROKER를 이용하여 BROKER 컴포넌트에 Plan을 전달하면 실제 서비스 제공 과정이 수행된다.
- CO-COMMAND는 CO-BROKER를 통해 제공 받은 서비스를 관리할 수 있는 도구로서, 할당 받은 서비스의 라이프 사이클을 관리하기 위한 START, STOP, DELETE 등의 명령어를 제공하고, SAVE 명령어를 이용하여 서비스 이미지의 스냅샷을 저장할 수 있도록 지원한다.

CompatibleOne 프로젝트는 NIST에서 정의한 클라우드 서비스 브로커의 기능을 충실하게 구현하고 있으며, 클라우드 서비스 브로커의 기능 및 유용성 검증을 위한 대표적인 연구 라고 볼 수 있다.

V. 결론

본 고에서는 클라우드 서비스 브로커 기술에 대한 전반적인 이해를 돕고자 클라우드 서비스 브로커의 개념, 관련 기술 동향, 주요 기능 및 사례 분석 내용을 기술하였다.

이러한 클라우드 연동 기술은 다양한 응용 분야에 대한 활용이 전망되며 주요한 내용 및 장점은 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 고품질의 클라우드 서비스를 위한 최적 클라우드 선정 및 사용 복잡성 완화를 통한 클라우드 서비스 산업 활성화
- 기존 클라우드 인프라의 낮은 활용률을 개선하고 새로운 클라우드 서비스 비즈니스 모델의 발굴 기회를 제공
- 클라우드 서비스 사용자는 사업자 종속성 문제에서 벗어날 수 있으며, 서비스를 선택할 수 있는 권리를 보유
- 대규모 클라우드 서비스 거래를 위한 클라우드 오픈마켓 형성

앞서 기술한 바와 같이, 클라우드 서비스 브로커는 다수 클라우드 환경에서, 서비스 제공자와 사용자간 서비스 사용 복잡성 완화, 비즈니스 요구에 적합한 최적 서비스의 제안, 중개 및 관리를 수행하는 중요 기술이다.

향후에는 서비스의 중개, 전달 방식 및 통합 방식에 따라서 특화된 다양한 형태의 클라우드 서비스 브로커 시스템이 등장할 것으로 전망된다.

Acknowledgement

본 연구는 방송통신위원회 및 한국방송통신전파진흥원의 원천기술개발 사업의 일환으로 수행하였음. [2013-005-021-001, 다수의 이중 클라우드 자원을 통합 관리하는 서비스 브로커 및 개방형 빅데이터 분석, 협업 플랫폼 개발]

참고 문헌

- [1] Lee Badger, Tim Grance, Robert Patt-Comer, Jeff Voas, "DRAFT Cloud Computing Synopsis and Recommendation", NIST Special Publication 800-146, May. 2011.
- [2] Fang Liu, Jin Tong, Jian Mao, Robert Bohn, John Messina, Lee Badger, Dawn Leaf, "NIST Cloud Computing Reference Architecture", NIST Special Publication 500-292, Sept. 2011.
- [3] Draft deliverable on Introduction to the cloud ecosystem: definitions, taxonomies, use cases, high level requirement and capabilities, Focus Group On Cloud Computing, ITU-T, 2010
- [4] Rodrigo N. Calheiros, Rajiv Ranjan, Anton Beloglazov, Cesar A. Rose, Rijkumar Buyya, "CloudSim: toolkit for modeling and simulation of cloud computing environment and evaluation of resource provisioning algorithms", Software: Practice and Experience, Vol. 41, Issue 1, pp. 23-50, 2011.
- [5] Daryl C. Plummer, Benoit J. Lheureux, Michele Cantara, Tiffani Bova, "Predicts 2012 : Cloud Service Brokerage Will Bring New Benefits and Planning Challenges", Gartner, 2011.
- [6] Shao Weixiang, Hu Jie, Bhunip Khasnabish, "Cloud Service Broker", IETF, March. 2012.
- [7] Rijkumar Buyya, Rajiv Ranjan, Rodrigo N. Calheiros, "InterCloud : Utility-Oriented Federation of Cloud Computing Environment for Scaling of Application Services", University of Melbourne, 2010.
- [8] Stefan Ried, "Cloud Broker-A New Business Model Paradigm", Forrester, 2011.
- [9] Standard for Intercloud Interoperability and Federation, IEEE, P2302, <http://standards.ieee.org/develop/project/2302.html>
- [10] Unified Cloud Interface, Cloud Computing Interoperability Forum(CCIF), 2012.
- [11] B. Rochwerger et al., "The Reservoir Model and Architecture for Open Federated Cloud Computing", IBM Systems Journal, Oct. 2008.
- [12] J. Smets Solanes, C. Cerin, "SlapOS: A Multi-Purpose Distributed Cloud Operating System Based on an ERP Billing Model", Service Computing(SCC), pp. 765-766, 2011.
- [13] CompatibleOne, "CompatibleOne Open Source Cloud Broker Architecture Overview", 2012.
- [14] Robert Bohn, "NIST Cloud Computing Reference Architecture & Taxonomy Working Group", Information Technology Laboratory, 2011.
- [15] "Cloud Computing Use Cases White Paper V4.0", Open Cloud Manifesto, 2010.
- [16] Iain James Marshall, "CompatibleOne ACCORDS :

Hands On”, 2012.

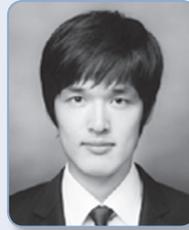
- [17] Srijith K. Nair, Pramod Pawar, Ali Sajjad, Mariam Kiran, Ming Jiang, “Requirements and Architecture of a Cloud Broker”, OPTIMIS Consortium, 2011.
- [18] Use Cases and Functional Requirements for Inter-Cloud Computing”, Global Inter-Cloud Technology Forum, 2010.
- [19] Iain James Marshall, Jean-Pierre Laisne, “CompatibleOne Resource Description System(CORDS) V2.15”, 2013
- [20] Cedric Thomas, Alexandre Lefebvre, “CompatibleOne Open Source Cloud Broker Architecture Overview”, 2012
- [21] Iain James Marshall, “CompatibleOne The Accords Platform Version 1.4”, 2012
- [22] mOSAIC: Open source API and platform for multiple clouds, <http://www.mosaic-cloud.eu/>
- [23] CompatibleOne, <http://www.compatibleone.org/>

약 력



강 동 재

1999년 인하대학교 전자계산공학과 공학사
2001년 인하대학교 전자계산공학과 공학석사
2010년 인하대학교 정보공학과 공학박사
2001년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
2011년~현재 과학기술연합대학원대학교(UST) 겸임교수
관심분야: 클라우드컴퓨팅, 빅데이터, 공개SW 기반기술, 운영체제, 데이터베이스



김 남 우

2010년 한국기술교육대학교 공학사
2012년 과학기술연합대학원대학교 공학석사
2012년~현재 한국전자통신연구원 클라우드컴퓨팅 연구부 연구원
관심분야: 클라우드 컴퓨팅, 데이터베이스 시스템, 분산 병렬 처리



손 덕 주

1976년 서울대학교 이학사
1978년 한국과학기술원 이학석사
1978년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원
관심분야: 클라우드컴퓨팅 연동, 빅 데이터 인프라, 글로벌 파일 시스템, 분산시스템



정 성 인

1987년 부산대학교 이학사
1989년 부산대학교 이학석사
2006년 충남대학교 공학박사
1998년~현재 ETRI 클라우드컴퓨팅연구부 책임연구원
관심분야: 운영체제, 공개SW, 클라우드 컴퓨팅