

# 오픈소스 PaaS 클라우드와 공간정보 처리서비스 연계 기초\*

김광섭<sup>1</sup> · 이기원<sup>2\*</sup>

## Linkage Base of Geo-based Processing Service and Open PaaS Cloud\*

Kwang-Seob KIM<sup>1</sup> · KI-Won LEE<sup>2\*</sup>

### 요 약

클라우드 컴퓨팅의 요소 기술과 응용 모델에 대한 관심과 수요가 증가하고 있고, 많은 정보시스템과 웹 서비스 분야에서 이를 적용하고 있다. 정보통신기술 발전은 공간정보 분야와 직접적인 관계가 있다. 공간정보 응용 서비스를 개발하는 경우 PaaS가 실질적인 클라우드 생태계 구축의 중요한 전제 조건이기 때문에 PaaS 기술에 대한 분석이나 적용 가능성을 먼저 분석할 필요가 있다. PaaS 클라우드는 데이터베이스 운영 및 관리, 애플리케이션 개발과 배포뿐만 아니라, 관련 확장 프로그램을 공유할 수 있게 한다. 그러나 국내외에서 PaaS를 기반으로 하는 공간정보 서비스 시스템 개발은 응용 및 연구 초기 단계이다. 이 연구에서는 현재의 클라우드 컴퓨팅 관련 내용을 개관하고 오픈소스 기반으로 PaaS 클라우드 기술의 핵심 요소인 컨테이너 방식을 공간정보에 적용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 이 기술 요소들은 경제적인 클라우드 컴퓨팅 기술을 이용하고자 하는 국내 공간정보 산업계를 위한 적용성 및 확장성이 클 것이다. 이 연구 결과는 공간정보 응용을 위한 서비스 개발과 실험을 위한 기초 자료가 될 것으로 기대한다.

주요어 : 오픈소스, 클라우드, 컨테이너, PaaS

### ABSTRACT

The awareness and demand for technological elements in the field of cloud computing and their application models have increased. Cloud-based service information systems are being expanded for use in many applications. Advancements in information technology are directly related to spatial information. PaaS is an important platform for implementing a substantial cloud ecosystem to develop geo-based application services. For this reason, it is necessary to analyze the PaaS cloud technology prior to the development of SaaS.

2017년 9월 11일 접수 Received on September 11, 2017 / 2017년 10월 7일 수정 Revised on October 7, 2017 /  
2017년 10월 13일 심사완료 Accepted on October 13, 2017

\* 본 연구는 한성대학교 교내학술연구비 지원과제임.

1 한성대학교 정보컴퓨터공학과 Dept. of Information and Computer Engineering, Hansung University

2 한성대학교 전자정보공학과 Dept. of Electronics and Information Engineering, Hansung University

\* Corresponding Author E-mail : kilee@hansung.ac.kr

The PaaS cloud supports sharing of related extensions, database operations and management, and application development and deployment. The development of geo-spatial information systems or services based on PaaS in ranging the domestic and overseas range is in the initial stages of both research and application. In this study, state-of-the-art cloud computing is reviewed and a conceptual design for geo-based applications is presented. The proposed model is based on container methods, which are the core elements of PaaS cloud technology based on open source. It is thought that these technologies contribute to the applicability and scalability of the geo-spatial information industry that addresses cloud computing. It is expected that the results of this study will provide a technological base for practical service implementation and experimentation for geo-based applications.

**KEYWORDS** : *Open Source, Cloud, Container, PaaS*

## 서 론

최근 기계 학습과 사물인터넷 등과 같은 기술 요소나 서비스가 국제적으로 주목을 받고 있다. 클라우드(Cloud) 또는 클라우드 컴퓨팅(Cloud computing)은 이들을 위한 기반 기술 또는 주요 연계 기술로 인식되고 있으며, 확장성과 사회 과급력이 큰 정보통신 기술로 사용자와 개발자들로부터 많은 관심을 받고 있다. 공개 SW 포털([http://www.oss.kr/oss\\_intro03](http://www.oss.kr/oss_intro03))에서는 우리나라 오픈소스 소프트웨어 시장의 연평균 성장률이 2015년부터 2020년도까지 15.2%에 달한다고 하면서, 특히 클라우드 컴퓨팅과 빅데이터 기술 등이 이러한 시장 상승에 크게 기여하고 있다고 발표한 바 있다.

클라우드의 기본적인 개념은 여러 가지 정의가 있지만, 핵심은 웹 환경에서 사용자가 자원이 필요할 때, 필요한 만큼 사용할 수 있도록 하는 것이다. 여기서 말하는 자원은 하드웨어부터 소프트웨어까지 광범위하다. 또한, 클라우드 컴퓨팅은 하나의 단위 기술이 아니고 네트워크, 가상화, 저장소 등 다양하고 복잡한 요소 기술의 집합체이다(Jeong *et al.*, 2011). 그러므로 어떤 측면에서 이를 적용하거나 다루는가에 따라 개념 정의, 활용 방식과 적용 범위가 달라진다. 클라우드 컴퓨팅의 활용 모델을 구분하는 가

장 기본 유형은 인프라 서비스(Infrastructure as a Service: IaaS), 플랫폼 서비스(Platform as a Service: PaaS), 소프트웨어 서비스(Software as a Service: SaaS) 등으로 구분하는 것이다. 클라우드를 적용하는 대상이나 목적에 따라 이를 확장하는 다양한 서비스(as a Service)가 새로 제안되거나 사업적 모델로 개발될 수도 있다(Consortium of Cloud Computing Research, 2017). 네이버(Naver) 포털에서 제공하는 IT 용어 설명(NaverCast, 2016)에서 이 세 가지 유형의 기본 개념을 레고 블록으로 비교하는데, IaaS가 레고 공장이라고 한다면 PaaS는 이 공장에서 만든 하나하나의 작은 레고 블록에 해당하고, SaaS는 이러한 레고 블록을 이용하여 만들어진 하나의 완성품 레고 모형이라 설명한다. 따라서 PaaS 서비스 업체는 사용자에게 그들이 원하는 여러 가지 모양의 레고 블록을 제공하고, 사용자는 이러한 여러 개의 레고 블록을 이용하여 자신이 원하는 모형을 만든다. 즉, PaaS 사용자는 자신의 모형을 만들기 위해서 자기 자신이 직접 레고 블록을 설계하거나 제작하지 않고 원하는 모형을 만드는 데 필요한 블록 조각을 골라서 주문하고, 그만큼의 비용만 지급하면 된다.

클라우드 컴퓨팅은 이미 국내외에서 정보통신 기술의 실질적이고도 중요한 패러다임이다(IDG, 2016). IDG (2017)에서는, 클라우드가 애자일

(Agile)과 데브옵스(DevOps), 오픈소스 문화, 빅데이터, 인공지능, 블록체인(Block chain), 마이크로서비스(Micro services) 등과 같은 분야에 주력하는 기업의 신속한 기술개발을 촉진하는 핵심 요소라고 한 바 있다. 클라우드 컴퓨팅 기술을 적용한 웹 기반 정보시스템은 기존의 개발 방식과 운영 환경과는 많은 차이가 있음에도 불구하고 중요한 경제적, 기술적 장점이 부가되면서 2010년부터 현재까지 미국, 영국, 일본, 호주 등과 같은 여러 나라에서 이를 공공부문에 활용하고 자국의 산업 경쟁력을 새로운 방식으로 발전, 강화하려는 많은 움직임을 보인다.

우리나라 중앙정부에서도 2015년에 ‘클라우드 컴퓨팅 발전 및 이용자 보호에 관한 법률 등과 같이 클라우드의 발전과 활용을 촉진하기 위한 법’을 제정한 이후 이를 활성화하기 위한 많은 정책을 추진하고 있다. 아울러 여러 가지 클라우드 컴퓨팅 가이드를 마련하여 배포하고 있다. 2016년에는 공공 부문에서 선제적으로 클라우드 도입하고, 민간 부문으로 확산하여 클라우드 생태계 조성을 촉진하려는 목적으로 한국정보화진흥원(www.nia.or.kr) 산하에 공공클라우드 지원센터(cpcp.ceart.kr)가 설립되었다. 또한, 2016년 11월 행정자치부에서는 전자정부법 관련 조항과 클라우드 컴퓨팅 발전 및 이용자 보호에 관한 법률의 여러 관련 조항을 설명하고자 행정기관 클라우드 업무환경 도입 가이드를 제작하여 배포한 바 있다. 여기서 클라우드 업무환경은 클라우드 저장소, 웹 오피스, 기관 소셜 네트워크, 단말기 운영 등과 같이 세부적인 사항까지 포함한다. 한편 한국정보화진흥원에서는 2017년 4월부터 공공과 민간 부문 클라우드 서비스를 한 곳에서 검색, 선정, 체험 및 구매할 수 있는 클라우드 전문 온라인 거래 사이트인 씨앗(ceart) 2.0(www.ceart.kr)을 개설했는데, 2017년 7월 현재 SaaS 92개, PaaS 16개, IaaS 62개가 등록되어 있다. 2017년 현재 한국클라우드산업협회(www.kcloud.or.kr)에 가입한 산업계 회원사는 대부분의 시스템 통합 업체와 전문 소프트웨어 개발 업체를 포함하여 100여 개에 이른다. 그러나 현재 국내 공간정보

산업계는 이와 같은 클라우드 전문 분야에 거의 참여하지 않고 있다.

공간정보와 클라우드 컴퓨팅 기술을 연계 관련하여 Geospatial World(2014)에서는 GIS 클라우드의 기초 개념을 정리하고 서비스 설계에 필요한 몇 가지 계층 구조 요소를 제시한 바 있다. 이후 공간정보와 클라우드가 결합한 시스템이나 서비스로 GIS cloud(www.giscloud.com), QGIS cloud(qgiscloud.com/), Cityworks(www.cityworks.com/products/what-is-cityworks/gis-centric-cloud/), CLOUDEO(store.cloudeo-ag.com/) 등과 같은 공간정보 처리나 배포를 주요 기능으로 하는 다양한 SaaS가 발표되고 있으며, ENVI in the cloud(store.cloudeo-ag.com/envi-cloud), ERDAS(www.hexagongeospatial.com/products/power-portfolio/erdas-apollo)와 같이 기존의 패키지 소프트웨어 기능을 SaaS로 전환한 사례도 있다. 현재 우리나라 공간정보 분야는 융복합 기술개발 측면에서 클라우드의 장점이거나 필요성은 인식하고 있다(Yoo *et al.*, 2013). 또한 오픈소스 기반 공간정보 응용 시스템에 대한 관심도 증가하고 있다(Kim, 2016). 그러나 현재 공간정보 클라우드 서비스에 대한 개념 정립이나 수요조사 단계이거나(Lee *et al.*, 2016; Youn *et al.*, 2017), 공간정보 클라우드 컴퓨팅 분야에 대한 충분한 기술적 분석이나 실행 가능한 수준의 추진 방안을 구체화하지 못한 상황이다(SPACEN, 2016; Kim *et al.*, 2017).

이 연구에서는 실제적인 측면에서 클라우드 컴퓨팅을 개관하고, 오픈소스 IaaS를 기반으로 PaaS 기술의 핵심 요소인 컨테이너 방식을 공간정보 시스템이나 서비스 개발에 참조할 방안을 제시하고자 한다. 클라우드 컴퓨팅을 위한 기반기술의 복잡도가 증가하고 있고, 응용 서비스 유형의 범위가 넓기 때문에 이 연구에서는 공간정보 SaaS 기술과 데이터 센터 등과 같은 주제는 다루지 않고 공간정보 애플리케이션 개발을 위한 PaaS 기술에 주안점을 두고자 한다.

### IaaS, PaaS, SaaS 기술 동향

IaaS, PaaS와 SaaS를 위한 서비스나 소프트웨어의 종류는 각각 구분되어 있기는 하나(그림 1), 구분이 명확하지 않은 경우도 있고 복합적인 서비스를 제공하는 경우도 계속 증가하는 추세이다. IaaS는 클라우드 업체가 보유한 물리적 서버와 중앙처리장치, 메모리 등 하드웨어 자원을 네트워크를 통하여 소프트웨어에서 처리 가능한 방식으로 제공하는 가상 서버와 온라인 저장 공간을 기업이나 기관에 제공하는 것이다. 즉 기업이나 기관에서는 하드웨어 서버 장비를 사지 않고도 필요한 때에 따라 가상 서버를 생성할 수 있다. 생성한 가상 서버 내부에는 데이터베이스, 미들웨어와 기타 필요한 개발 환경을 직접 설치할 수 있다. Amazon에서 제공하고 있는 AWS(Amazon Web Services), 우리나라의 KT uCloud biz, 오픈소스인 OpenStack 등이

IaaS의 사례이다. 이러한 IaaS를 이용하면 업체가 제공하는 환경에서 간단한 작업을 통하여 가상 하드웨어를 바로 구동시킬 수 있다. 만약 기존 서비스나 시스템을 동작시키는 하드웨어에 IaaS 기술을 지원하는 오픈소스 소프트웨어를 설치하면 업체에 종속되지 않은 독립적인 클라우드 컴퓨팅 환경을 구축할 수 있다. 현재 여러 오픈소스가 존재하고 있으며 OpenStack과 Cloudstack이 가장 많이 활용되고 있는 오픈소스 IaaS 소프트웨어들이다.

PaaS는 애플리케이션 운영 플랫폼 및 여러 종류의 솔루션을 제공하는 서비스로써, 정보시스템 구축에 따르는 여러 가지 복잡성과 과부하를 감소시키고 애플리케이션 개발에 필요한 자원을 지원한다. 즉 PaaS는 기업이나 기관의 애플리케이션 실행 환경과 개발 환경을 제공하기 때문에 자체적인 응용 프로그램 개발을 위하여 걸리는 시간이나 투입 인력을 경감시킬 수 있

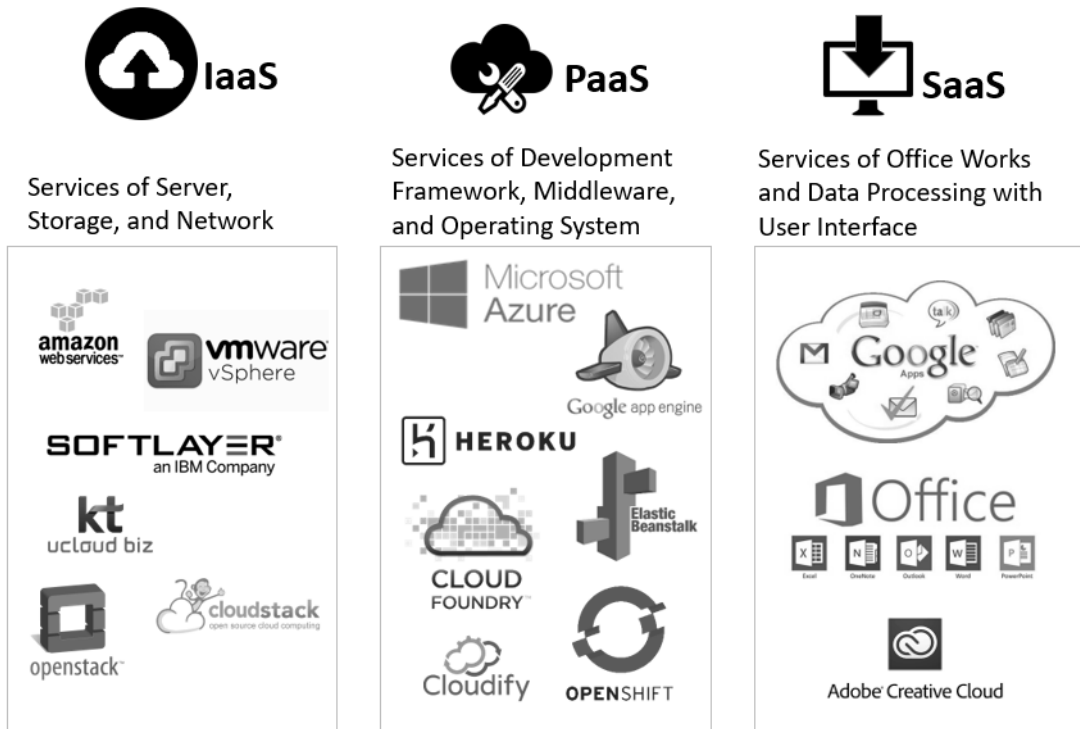


FIGURE 1. Cloud types and products

다. 이러한 PaaS는 기존 하드웨어에 컨테이너 기술을 활용하거나, IaaS 여러 가상 서버를 생성하여 사용할 수 있다. PaaS가 제공하는 개발 도구는 인증, 알림 기능을 포함하는 API 서비스, 특정 소프트웨어 개발에 필요한 도구, Eclipse, Spring과 Node.js와 같은 개발 프레임워크 등을 포함한다. 또한, PaaS의 핵심 기능은 자바, Python 등과 같은 개발 언어 지원, Apache와 Tomcat 등과 같은 응용 서버 지원, 관계형 데이터베이스 제품군을 포함하여 MongoDB와 Amazon RDS 등과 같은 데이터베이스 지원, 메시지 전달 기능 지원, 응용 서버와 데이터 통합 등과 같은 실무적인 정보시스템 구축에 필요한 서비스 지원 등이 있다. 그러나 특정 업체가 제공하는 PaaS를 이용하는 경우에는 서버와 미들웨어의 설정을 변경하는 데 제한 사항을 발견할 수도 있고, 개발된 애플리케이션 운영 단계에서 해당 업체의 PaaS에 종속되는 문제가 생길 수도 있다. 업체가 제공하는 PaaS는 Microsoft Azure와 Google App Engine 등이 있으며 현재 국제적인 소프트웨어 산업계에서 중요한 사업 분야로 간주하고 있다. 한편 오픈소스 기반의 Cloud Foundry와 OpenShift 등이 있다. Cloud Foundry는 IaaS 위에 직접 설치, 구성되는 플랫폼 서비스이고 OpenShift는 컨테이너 기술을 활용한 플랫폼 서비스이다. PaaS를 활용하면 개발자는 개발 또는 테스트에 활용하고 싶은 기술 요소나 필요한 도구들을 설치하지 않고도 바로 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 사용자 접속 상황에 따라 배포된 애플리케이션의 확장이나 축소 등과 같은 스케일(Scale) 변경을 쉽게 처리할 수 있다.

SaaS는 인터넷을 통하여 실제 업무에 사용되는 소프트웨어를 별도로 설치하는 작업을 하지 않고도 필요한 만큼 사용하도록 하는 서비스이다. 소프트웨어 갱신이나 유지보수 등 작업도 물론 SaaS를 제공하는 클라우드 업체가 수행한다. 예를 들면 Microsoft의 오피스 365와 Google 오피스에서 제공하는 각종 응용 프로그램 등이 이에 해당한다. SaaS는 IaaS를 통해 바로 서비스가 제공되거나 PaaS 위에 구축되어 제공

될 수도 있다. Consortium of Cloud Computing Research(2017)에서는 클라우드컴퓨팅 생태계를 클라우드 컴퓨팅 서비스 제공자, 클라우드 컴퓨팅 서비스 브로커리지, 클라우드 컴퓨팅 네트워크, 클라우드 컴퓨팅 서비스 단말, 클라우드 컴퓨팅 보안등과 같이 5가지 영역으로 구분한 바 있다. 우리나라는 현재 클라우드 시장은 공급자 중심에서 시장 중심의 클라우드 서비스로 진화하고 있으며 현재 중장기 투자가 필요한 클라우드 컴퓨팅 서비스 중에서 국산화가 가장 필요한 분야는 SaaS, PaaS, IaaS 기술 분야이며, SaaS 관련 기술의 중요도는 지속해서 증가할 것으로 예상하였다.

그러나 개별적인 정보시스템 측면에서는 SaaS는 직접 사용자가 사용하고자 하는 소프트웨어를 웹 기반의 On-demand 방식으로 제공하는 것이므로 특정 분야에서 다루는 정보 분석이나 처리 기능을 즉각 제공하는 SaaS 개발은 간단한 문제가 아니다. 따라서 수요자 맞춤형 SaaS 서비스를 개발하기 위해서는 개발이나 운영 환경에 대한 부담이 작아야 한다. 이러한 작업을 수행하는 것이 PaaS이기 때문에 특정한 응용 서비스 분야에서는 SaaS 개발에 앞서 PaaS 기술에 대한 분석이나 적용을 우선 고려해야 한다. 이와 같은 PaaS가 실질적인 클라우드 생태계 구축의 중요한 전제 조건이기 때문에 우리나라 정부에서 2017년부터 전자정부 시스템 구축 시 통일성 유지와 작업 간소화를 도모하는 목적으로 한국정보화진흥원에서 주관하는 파스-타(PaaS-TA)라는 PaaS 플랫폼 서비스를 제공하고 있다(paas-ta.kr). 그러나 아직 국내외에서 공간정보 서비스와 PaaS를 연계한 개발 성과 보고 사례는 많지 않다.

## 오픈소스 PaaS 주요 기술

PaaS는 인프라 구축 이후 단계에서 서비스 속도와 개발 속도를 높이는 데 필수적이다. PaaS를 활용하면 시스템 구축 기반환경 위에 운영체제, 미들웨어, 런타임 실행파일(runtime executable)을 설치하는 등 개발하는 데 필요한 전

단계적인 작업 환경이 이미 구축되어 있어 빠른 배포 및 쉬운 테스트 수행을 지원한다.

IDG(2015)에서 PaaS로 해결할 수 있는 사업적 현안을 여섯 가지로 정리하였다. 이는 신속한 모바일화, SaaS 응용 프로그램에 필수 기능 추가하기, 사물 인터넷 활용하기, 응용 프로그램의 연결로 새로운 비즈니스 프로세스의 생성, 규제를 준수하며 신속하게 앱 출시, 데이터의 시각화 등이다. IDG Market(2016)에서는 우리나라의 PaaS 적용 업무, 도입 시기와 저해 요인 조사 등을 조사한 바 있다. 이 조사 결과로 국내 기업들의 경우, 이러한 클라우드를 이미 도입하였거나, 파일럿 프로젝트 수행 중이거나, 장기 계획으로 도입을 검토하고 있는 경우가 80% 정도에 달하는 것으로 나타났다. PaaS 도입 시에는 데이터베이스 운영 및 관리, 애플리케이션 개발과 배포에 대한 사항을 충분히 고려해야 한다.

Yuan(2011)은 자바 개발자 입장에서 Cloud Foundry와 OpenShift, Amazon 자바 환경, Cloudees, Google App Engine, Heroku등과 같은 PaaS 상용 제품 또는 오픈 소스를 대상으로 하여, 기술적 플랫폼 지원 방식, 생산성과 개발 프로세스, 성능 및 확장성, 가격 및 사업적 고려 사항 등을 비교한 바 있다. 한편 Myserson(2014)은 5가지 유형의 PaaS 오픈 소스 플랫폼을 체계적으로 정리한 바 있다. Troutman(2017)은 업체의 클라우드 플랫폼 23종을 정리한 바 있는데, 이 제품들은 대부분 PaaS의 범주에 들어갈 정도로 산업계에서는 PaaS를 중요한 클라우드 시장으로 인식하고 있다.

이 연구에서는 오픈 소스 PaaS를 주요 대상으로 하고자 한다. VMware에서 개발하여 Linux 단체의 프로젝트로 이관된 Cloud Foundry는 OpenStack, Amazon Web Services, vSphere 등과 같은 환경에서 정보시스템 구축을 가능하게 한다. Cloud Foundry는 데이터베이스 기반의 소프트웨어 개발에 적용하는 MySQL, NoSQL 데이터베이스인 MongoDB 뿐만 아니라 여러 애플리케이션들을 비동기식으로 연결하는 Message Broker를 담당하는 RabbitMQ를 포함하고

있으며 Cloud Foundry 응용 개발자를 위한 Eclipse 플러그인도 제공한다. Red Hat에서 주관하는 OpenShift는 비공개형 클라우드를 위한 엔터프라이즈(Enterprise) 버전과 공개형 클라우드 구축을 위한 온라인(Online) 버전 등으로 이루어져 있다. OpenShift의 경우에도 MySQL과 MongoDB 뿐만 아니라 PostgreSQL과 Microsoft SQL을 지원한다. 이 플랫폼은 OpenStack에서 구동하고 자바스크립트, Ruby, Python, Perl과 자바와 같은 다양한 언어를 지원한다. 한편 표준 기반 개방형 플랫폼은 해당 업체 자체에서 기능을 검토하게 되고 보다 유연하게 동작하고 개발자는 여러 클라우드 플랫폼 상호간에 응용 프로그램을 전송할 수 있다. 표준 기반의 오픈소스 PaaS의 사례는 Huawei, IBM, NetApp, Red Hat과 SAP등이 후원하는 Gigaspaces의 Cloudfy가 있다. 이 PaaS는 특정한 업체의 IaaS에 의존하지 않으며 클라우드 간의 자동화 공정과 조화 운영을 가능하게 한다.

일반적으로 애플리케이션 개발을 하는 경우 하드웨어 구성이 완료되면 개발 언어, 프레임워크, 데이터베이스 등을 설계하고 설치해야 한다. 때에 따라 이러한 작업은 실제 개발에 앞서 많은 시간 및 경험을 요구한다. 따라서 이러한 작업을 쉽게 처리할 수 있도록 클라우드 운영자가 IaaS에서 제공하는 가상 머신(Virtual Machine)을 이용하는 하이퍼바이저(Hypervisor) 방식 또는 컨테이너(Container) 방식으로 개발에 필요한 언어 또는 소프트웨어를 설치하고 필요한 만큼 대여하는 것이 PaaS이다. 그림 2는 클라우드 서비스의 주요 범위를 간략하게 나타낸 것이다.

클라우드 컴퓨팅은 가상화 기술, 분산 처리 기술, 데이터베이스 기술 등과 같은 여러 가지 요소 기술로 구성된다. 여기서 가상화 기술은 물리적인 장비를 논리적으로 다루는 기술을 의미하며, 물리 서버를 가상화하는 경우는 서버 가상화라고 한다. 서버 가상화를 구현하는 방식으로 하이퍼바이저 유형은 하나의 물리 서버를 기반으로 하여 여러 개의 운영체제를 구동시키는 것이다. 각각 분리된 가상 서버별로 구동하는 운영체제에서 여러 가지 응용 프로그램을 운영

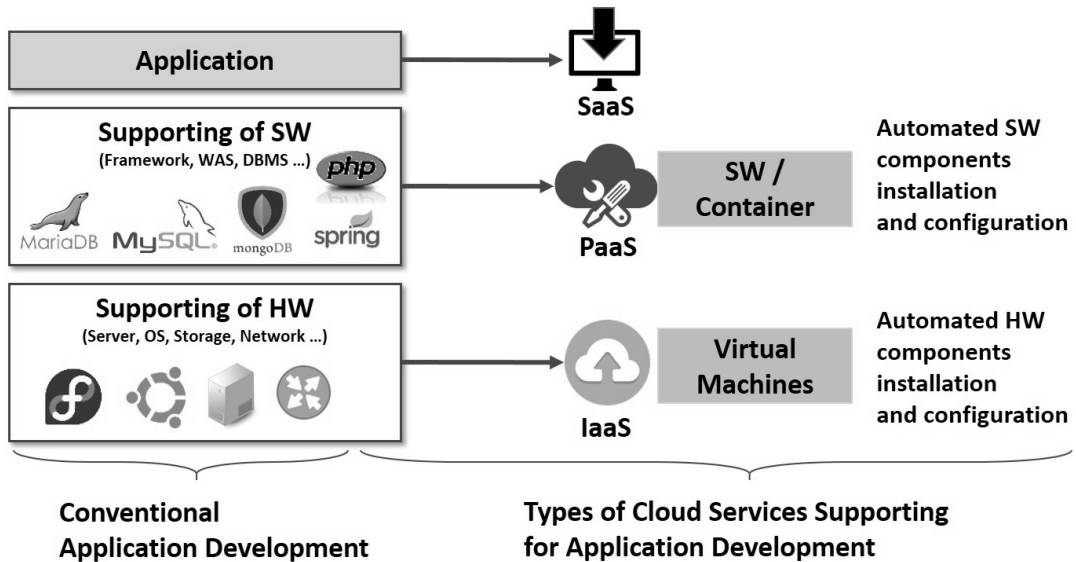


FIGURE 2. Main scopes in cloud service types

할 수 있다는 점이 장점이지만, 운영체제 자체가 가상화되고 가상서버별로 구동되기 때문에 서버 동작 시간이나 하드웨어 소모가 많아진다는 단점도 있다. 한편 이와 달리 서버 가상화를 위한 방식으로 컨테이너 기술이 있다. 여기서 컨테이너는 하나의 호스트가 되는 운영체제하에서 여러 개의 운영체제를 사용할 수 있도록 하고 각각의 운영체제에서 구동하는 개별적인 응용 프로그램을 실행하기 위한 영역을 의미한다. 컨테이너 방식은 컨테이너 간의 이식성이나 확장성이 좋고 하나하나의 컨테이너에 대한 동작 시간이 짧다는 장점이 있다. 컨테이너는 클라우드 업체들이 최근 강조해온 기술이다. 2017년 주요 클라우드 동향 자료([www.ciokorea.com/news/32457](http://www.ciokorea.com/news/32457))에 의하면 서버리스(Serverless) 컴퓨팅과 컨테이너를 전통적인 서버 구조와 가상 머신에서 발전된 차세대 컴퓨팅으로 예상한 바 있다. 현재 중요한 클라우드 업체인 Google, Amazon, Microsoft 등은 각각 Container Engine, Elastic Container Service, Azure Container Service 등과 같은 플랫폼을 제공하고 있다.

PaaS 서비스 개발에서 고려해야 하는 사항은 여러 가지가 있으나 PaaS를 위한 시스템 전환

(migration)의 간단한 예시를 그림 3과 같이 정리하였다. 어떤 정보시스템을 개발하거나 구축할 때 개발자는 하드웨어 운영체제 설치부터 언어 설정, 웹 컨테이너 설치 및 환경 설정 등을 직접 처리하게 되고 개발 과정에서 필요한 소스코드 중복 확인과 유효성 검증 환경도 직접 구축해야 한다. 하지만 어떤 PaaS 플랫폼으로 전환하는 경우에는 하드웨어 구성, 개발 언어 설정 및 프레임워크 구성 등을 플랫폼 서비스에서 모두 제공하기 때문에 개발자는 자신의 애플리케이션 개발에 집중할 수 있고 개발 성과도 이 플랫폼에서 배포하게 되어 검증 및 운영 환경에 대한 작업 부담도 경감된다.

한국정보화진흥원의 PaaS 플랫폼 서비스인 파스-타(PaaS-TA)는 Cloud Foundry를 기반으로 하는 오픈소스 플랫폼 서비스이다. 2016년에는 클라우드포유([www.cloud4u.co.kr](http://www.cloud4u.co.kr)), 크로센트([www.crossent.com](http://www.crossent.com))와 비디([www.bluedigm.com](http://www.bluedigm.com))에서 전자정부표준프레임워크 기반의 공개형 PaaS 개발에 따른 통합 적용 시험을 시행한 바 있다. 코스콤([www.koscom.co.kr/portal/main.do](http://www.koscom.co.kr/portal/main.do))에서는 케이 파스타(K PaaS-TA)라는 서비스를 통해 금융 관련 서비스를 쉽게

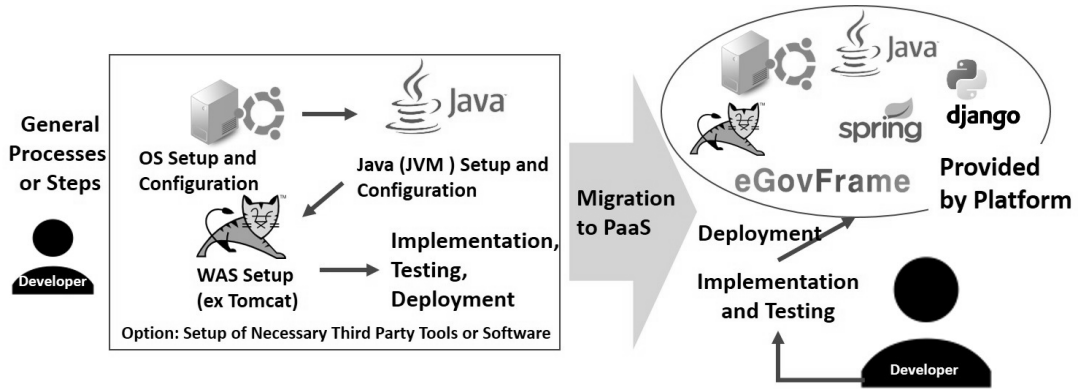


FIGURE 3. General view of migration to PaaS

개발할 수 있도록 플랫폼 환경을 지원하고 있다. K-ICT 클라우드 혁신센터(www.cloud.or.kr)는 많은 응용 분야에서 구축되거나 개발되는 다양한 정보시스템 및 서비스에서 이미 구축된 PaaS 서비스를 활용할 수 있도록 하는 지원 서비스를 제공하고 있다.

### 공간정보 처리 시스템 PaaS 연계 방안

클라우드 컴퓨팅 환경에서 정보시스템을 구축하고자 할 때, 다양한 클라우드 방식이 존재하고 이를 동시에 관리하는 안정적인 관리 모델도 여러 가지 필요하다(Kouyoumjian, 2011; Leung, 2011; Lee, 2012). 국제적으로 국가간 지구관측 자료와 공간정보 유통 체계인 Global Earth Observation System for Systems (GEOSS) 포털 서비스 시스템 구축에 IaaS 클라우드 컴퓨팅 환경이 적용된 사례가 있다(Yang *et al.*, 2013). 우리나라에서 오픈소스 클라우드 기반 활용 서비스를 개발한 사례가 많지 않다. 산림청에서는 산림행정 업무의 효율성과 산림 공간정보 처리 성능 향상을 위하여 2014년부터 클라우드 컴퓨팅 환경을 활용하고 있다고 발표하였다(http://www.comworld.co.kr/news/articleView.html?idxno=47812). 한국토지주택공사에서는 2016년 공개 소프트웨어를 기반으로 하

는 공간정보 통합운영 환경구축사업에서 클라우드 컴퓨팅 환경을 적용했다고 발표한 바 있다(http://www.oss.kr/oss\_repository10/667221). 항공우주연구원에서 제공하고 있는 위성정보 활용지원 서비스의 일부 기능으로 제공되는 영상 분석 서비스의 경우도 클라우드 환경을 기반으로 운영되고 있다(ksatdb.kari.re.kr).

또한 이러한 사례 외에도 OpenStack을 기반으로 하여 이 위에서 공간정보 처리 시스템과 구성 기술요소 들을 연구한 경우가 있지만(Kang and Lee, 2013; Kang and Lee, 2014; Yoon and Lee, 2015; Yoon *et al.*, 2016; Yoon *et al.*, 2017), 그러나 이러한 사례들은 거의 IaaS를 기반으로 한 것으로 현재 오픈소스 PaaS 플랫폼에서 공간정보 처리 서비스 시스템을 연구한 사례는 국내외에서 발표된 경우는 거의 없다.

공간정보 처리 서비스를 구축하기 위해서는 저장소, 여러 가지 외부(Third-party) 소프트웨어, 비즈니스 로직(Logic)이 포함된 설계가 필요하다. 이러한 기능 및 모듈은 한 대의 서버에 모두 포함될 수 있지만 이를 분산 구축할 수도 있다. 만약 단위 기능으로 애플리케이션을 구분하면 이는 분산 구축하는 것이 가능하고, 이를 마이크로 서비스라고 하며 PaaS는 이러한 서비스를 제공하는 데 적합한 환경을 제공한다. 기존 일반 공간정보 처리 시스템을 PaaS 형태로 변환하고자 하는 경우, 그림 4와 같이 구성

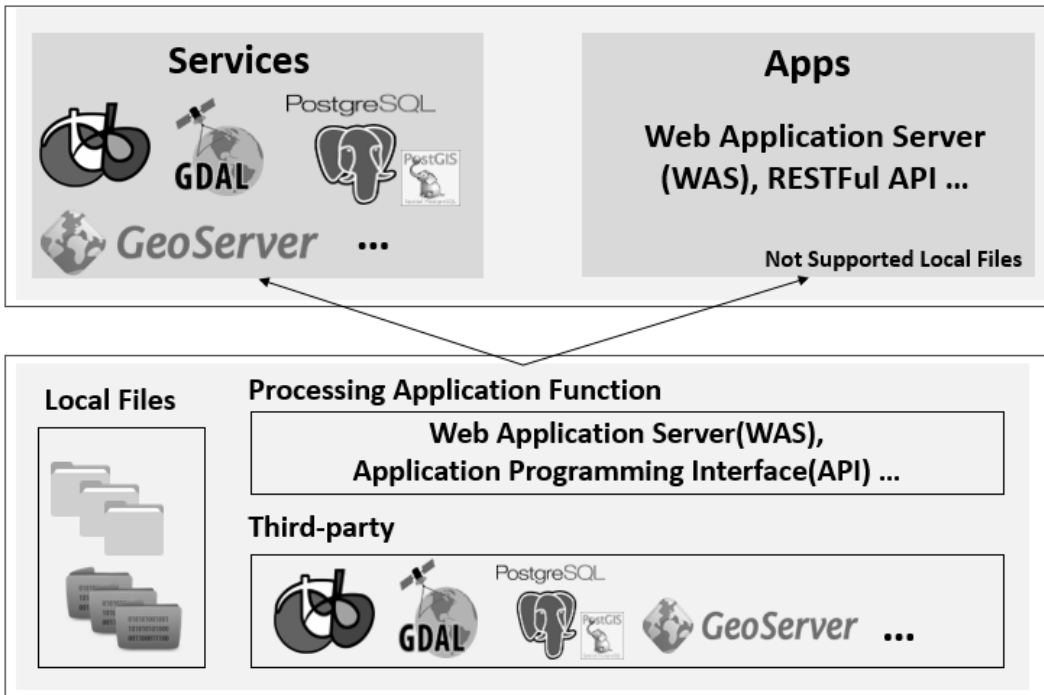


요소를 서비스(Service)와 앱(App)으로 구분하는 방식을 예로 들 수 있다. 먼저 서비스로 구성되는 부분은 공간정보 서비스의 분석 기능이나 처리 기능 등을 수행하는 외부 소프트웨어들이다. 모든 외부 소프트웨어가 서비스 형식으로 구성되지 않지만, 실제 운영체제 내부에 설치가 되는 소프트웨어들은 대부분 서비스로 구성하는 것이 효율적이다. 서비스로 변경되기 위해서는 IaaS에 직접 가상 머신으로 구성하거나 하나의 가상 머신 내부에 여러 컨테이너를 구성할 필요가 있다. 한편 앱 형식으로 구성되는 사항은 비즈니스 로직이 포함된 실제 개발된 서버와 클라이언트 애플리케이션이다. 여기서 개발자는 수시로 추가 개발을 하거나 기존 시스템을 갱신할 수 있도록 내부적으로 환경 설정을 변경하거나 기능 확장과 축소의 스케일링 작업을 간단하게 처리할 수 있다. 공간정보 처리 서비스는 기본

적으로 다수 데이터를 저장하고 처리해야 하기 때문에 저장소가 중요하다. PaaS는 일반적으로 로컬 저장소를 허용하지 않기 때문에 데이터베이스나 네트워크 파일 시스템(Network File System)을 적용한다.

클라우드 분야의 시장 주도 업체인 Amazon과 Google에서도 물론 PaaS를 제공하고 있다. 업체에서 제공하는 PaaS 플랫폼은 오픈소스 플랫폼과 비교하면 체계적으로 정리된 개발에 필요한 요소들을 간단하게 사용할 수 있는 충분한 환경을 제공하고 있지만, 이러한 플랫폼 업체에 새로운 서비스를 요구하는 경우에는 비용적, 기술적 문제가 발생할 수도 있다. 반면에 오픈소스 PaaS를 직접 구축하여 활용할 수 있다. 여러 플랫폼이 있지만 이번 연구에서는 IaaS 종속이 최소한이면서 확장이 가능한 Cloud Foundry를 활용하여 공간정보 분야에 연계하는 방안을 제시하고자

### Micro Service Transformation toward Migration to PaaS



### System Design for Geo-spatial Web Service

FIGURE 4. Geo-spatial processing components for PaaS

한다. Cloud Foundry는 한국정보화진흥원의 PaaS-TA라는 서비스에 적용된 오픈소스이다.

Cloud Foundry는 IaaS 위에 구성되어야 하며, Cloud Foundry에서 설치 가이드를 제공하고 있는 IaaS로는 AWS, Microsoft Azure, Google Cloud Platform, OpenStack, vSphere 등이 있다. 이러한 IaaS 중에 제한 없이 사용할 수 있고 사설(private)설치가 가능한 OpenStack에 대한 PaaS 구성 사양의 한 예는 그림 5와 같다. 여기서 예시하는 것은 공간정보 서비스 구축에 필요한 최소한의 기본적인 OpenStack 서비스 요소들을 적용한 것으로 SaaS 서비스 유형과 처리 데이터의 규모에 따라 내부 요소를 확장할 수 있다. 기본적인 OpenStack 사양은 Controller 한 개와 Compute 노드이다. OpenStack 서비스로 Nova, Glance, Neutron, Keystone이 필요하고 추가로 Block Storage와 Object Storage가 구성되어야 한다. Block Storage는 PaaS를 구동하기 위해 생성되는 가상 머신들

의 외부 저장소들로 활용되고, Object Storage는 실제 서비스와 앱이 저장되는 공간으로 사용한다. 이렇게 설치된 OpenStack에 설정에 따라 변경되지만 기본적으로 Cloud Foundry를 위한 최소 22개의 인스턴스가 생성된다. 22개 인스턴스를 생성할 경우 총 56개의 vCPUs와 118GB RAM, 1TB의 저장공간이 필요하다. 이 사양은 Cloud Foundry PaaS를 실제 업무에 활용하기 위한 최소 수준의 IaaS에 해당한다.

그림 6은 OpenStack에서 Cloud Foundry를 이용하는 한 가지 유형을 나타낸 것이다. OpenStack에서 생성되는 가상 머신은 22개이며, 마이크로 단위로 가상 머신이 생성된다. 1 vCPU를 사용한 가상 머신 16개, 4 vCPU를 사용한 가상 머신 3개, 8 vCPU를 사용한 가상 머신 3개이다. 실제 개발된 애플리케이션이 컨테이너 형태로 플랫폼 내부에 저장되는데 이것은 8 vCPU로 생성된 가상 머신에서 구동된다. 사용자 요구나 기타 필요에 따라 서비스가 늘어나야 할

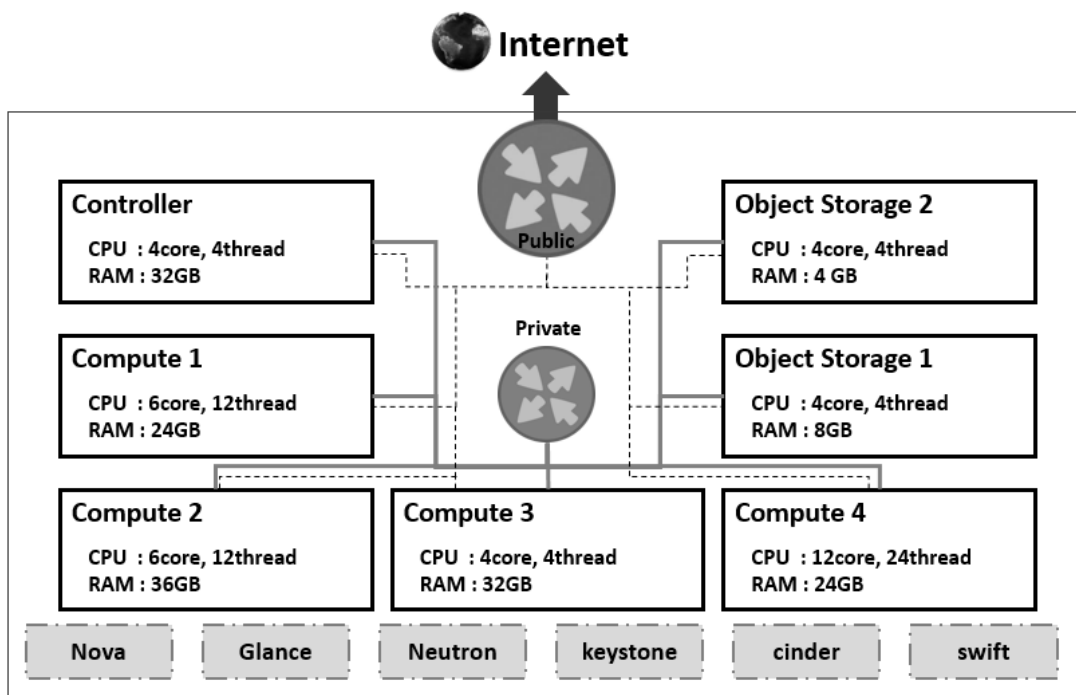


FIGURE 5. An example of OpenStack IaaS design for PaaS

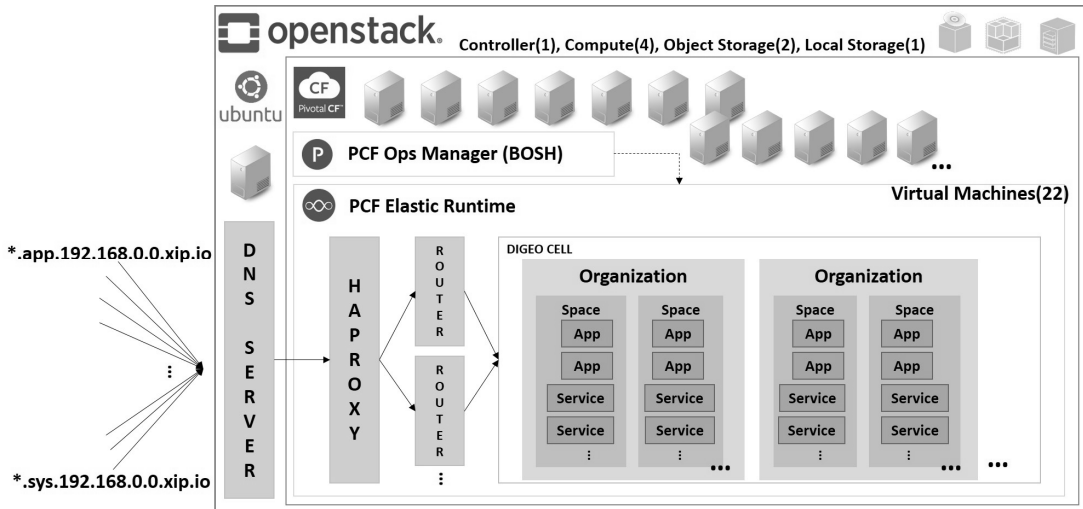


FIGURE 6. PaaS implementation scheme by open source of OpenStack and Cloud Foundry

경우에도 Cloud Foundry는 마이크로 단위로 가상 머신이 생성되어 있기 때문에 이를 추가로 생성할 수 있다. 그 외에도 추가로 Domain Name Server (DNS) 서버가 필요하다. Cloud Foundry 구축 시 생성되는 인스턴스 중 Digeo Cell에 실제 서비스 및 애플리케이션이 저장되는 공간이다. Digeo Cell 인스턴스 안에 서비스와 애플리케이션이 실제 서비스될 때는 컨테이너 기술을 활용하여 서비스가 제공되도록 구성되어 있다. Cloud Foundry에서는 자바, Ruby, C 등과 같은 다양한 언어를 위한 빌드 팩을 제공하고 있으며, MySQL, RabbitMQ 등과 같은 외부 서비스 자원을 바로 활용할 수 있게 한다. 기타 추가로 필요한 기술은 Cloud Foundry 서비스 브로커의 Application Programming Interface(API) 표준에 맞춰 필요한 서비스를 추가할 수 있다.

그림 7과 그림 8은 각각 Seo(2017)의 PaaS 구현을 위한 개념적 기초 모델을 바탕으로 하여 IaaS와 PaaS에 기반을 둔 공간정보 서비스 시스템 구축 방안을 나타낸 것이다. 이 두 가지 경우는 모두 같은 개발 및 운영 환경을 가정한다. 그림 7의 경우 오픈소스 IaaS 소프트웨어인 OpenStack을 대상으로 하여 그림 5와 그림 6에서 제시한 IaaS 환경을 적용한 경우이다. IaaS에

서는 개발 환경, 검증 환경, 운영 환경 등이 모두 개별 가상 머신에서 구동하게 되며 개발자는 환경별로 응용 프로그램의 별로 소스 코드를 작성해야 한다. 여기서 소프트웨어 플랫폼은 ubuntu나 fedora와 같은 운영체제와 함께, 자바 언어를 대상으로 하는 Spring이나 Python의 애플리케이션 개발을 위한 Django와 같은 필요한 라이브러리 요소들을 재조합한 개발 프레임워크를 의미한다. 또한, 실제 공간정보 웹 서비스를 위한 GeoServer와 데이터베이스 등을 포함한다. IaaS를 이용하는 경우 소프트웨어 플랫폼에 이러한 항목들을 설치하고 연계시키는 작업을 개발자가 수작업으로 처리해야 하므로 개발자의 경험이 중요 요소가 된다. 가상 머신은 서버, 저장소, 네트워크 등과 같은 물리적인 장치나 장비와의 연결을 수행한다. 반면에 그림 8과 같이 PaaS를 적용하는 경우, 개발자가 자신의 응용 프로그램을 위한 소스 코드를 작성하면 하나의 가상 머신 위에서 작동하는 컨테이너 방식으로 개발 프레임워크, 미들웨어, 운영체제 등과 같은 소프트웨어 플랫폼 항목들을 자동 설정해 주기 때문에 개발 과정이 쉬워지고 개발 산출물에 대한 생산성이 향상될 수 있는 기반을 제공한다.

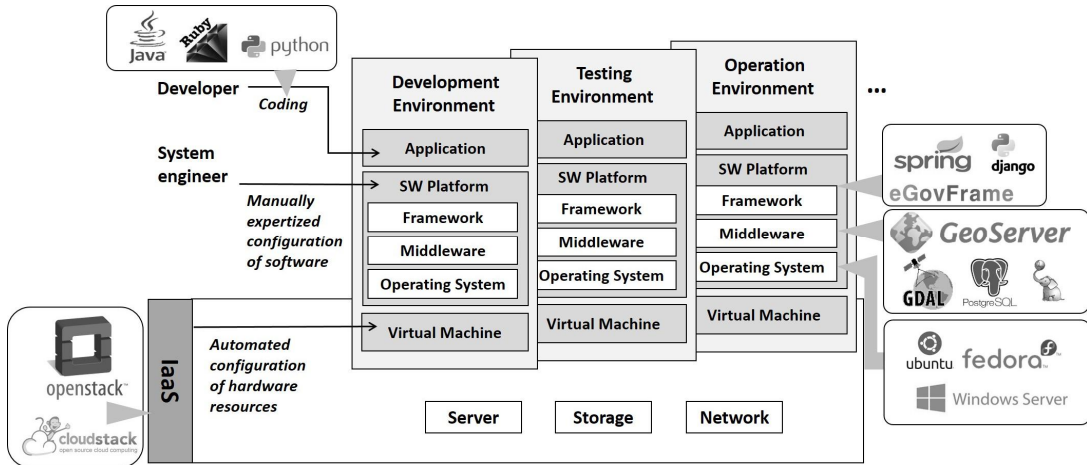


FIGURE 7. Geo-based cloud application based on IaaS

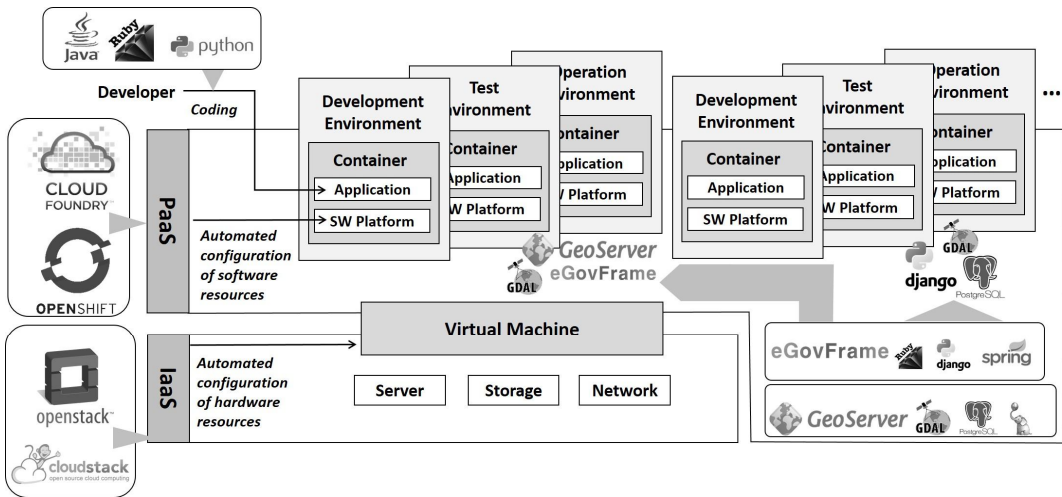


FIGURE 8. Geo-based cloud application based on PaaS

## 결론

클라우드 컴퓨팅은 경제적, 기술적 장점 때문에 점점 관심과 수요가 증가하고 있다. 공공 기관에서 상용 클라우드 업체의 IaaS를 기반으로 해당 기관의 웹 서비스 시스템을 운용하는 경우 클라우드 가상서버와 온라인 저장공간의 사용량에 따른 임대비용 지출을 고려해야 한다. 오픈소스 IaaS는 클라우드 자원에 대한 비용 지출은 없지만, 개발자의 역량과 실무 경험이 필요하다.

한편 수요자 요구 사항을 반영하여 특정한 공간정보 처리나 연산 기법을 웹 환경에서 제공하는 SaaS 개발에는 클라우드 컴퓨팅 기술 측면에서 개발 환경이나 운영 환경 등에 대한 여러 사항을 고려해야 하는 문제가 있다. 공간정보 SaaS를 구축하는 데 요구되는 개발이나 운영 환경에 대한 부담을 경감하도록 지원하는 것이 PaaS의 적용 목적이므로 공간정보 SaaS 개발에 앞서 PaaS 기술에 대한 분석을 먼저 수행해야 한다.

오픈소스 기반의 PaaS 소프트웨어는 IaaS와

독립적인 운영이 가능하기 때문에 여러 가지 IaaS 기반 환경을 연동시키는 클라우드 서비스 구축이나 운영할 수 있다. PaaS의 경우 사용자에게 제공을 위해 개발하는 개발자들을 위한 플랫폼으로 사용자가 소프트웨어를 편리하게 사용하듯이 개발 환경 또한 간단하게 빌려 쓰는 방식으로 구성할 수 있다면 서비스를 구축할 때 비즈니스 로직에 집중할 수 있을 뿐만 아니라 더 많은 개발자가 수월하게 공간정보 관련 서비스를 만들어 낼 수 있다. 이 연구에서는 각각 오픈소스 IaaS, PaaS 플랫폼인 OpenStack과 Cloud Foundry를 기준으로 하여 공간정보 서비스 시스템 구축에 필요한 기본 요구 사항과 최소 고려사항을 가정한 한 가지 모델을 제시하고자 하였다. 향후 이 연구 결과는 실제 서비스 구현과 실험을 통하여 실용성과 확장성을 정량적, 체계적으로 분석할 예정이다. **KAGIS**

## REFERENCES

- Consortium of Cloud Computing Research. 2017. Cloud computing technologies stack v.3 (한국클라우드컴퓨팅연구조합, 2017, 클라우드 컴퓨팅 기술 스택).
- Geospatial World. 2014. Cloud for GIS systems. Available at: <https://www.geospatialworld.net/article/cloud-for-gis-systems/>(Accessed September 07, 2017).
- IDG(International Data Group, Inc). 2015. 2015 Cloud computing issues and prospect. <http://www.itworld.co.kr/techlibrary/96754> (2015 클라우드 컴퓨팅 과제와 전망)(Accessed September 07, 2017).
- IDG(International Data Group, Inc) Market. 2016. Korea PaaS Market, when and where will it launch ?. Available at: <http://www.itworld.co.kr/techlibrary/100718> (국내 PaaS 시장, 언제 어디서부터 열릴까?) (Accessed September 07, 2017).
- IDG(International Data Group, Inc), 2016. Security instead of fads, practical use rather than concept, prerequisite for Korean private cloud. Available at: <http://www.itworld.co.kr/techlibrary/100769> (“유행 대신 보안, 컨셉 아닌 실용” 한국형 프라이빗 클라우드의 요건) (Accessed September 07, 2017).
- IDG(International Data Group, Inc), 2017. Cloud for enterprise survival, getting ready. Available at: <http://www.itworld.co.kr/techlibrary/105377> (기업 생존을 위한 클라우드, 제대로 준비하고 계십니까) (Accessed September 07, 2017).
- Kang, S.G and K.W Lee. 2013. Testing implementation of remote sensing image analysis processing service on OpenStack of open source cloud platform. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 16(4):141-152 (강상구, 이기원, 2012. 오픈소스 클라우드 플랫폼 OpenStack 기반 위성영상분석처리 서비스 시험구현, 한국지리정보학회지 16(4):141-152).
- Kang, S.G and K.W Lee. 2014. An open source mobile cloud service: geo-spatial image filtering tools using R. Journal of Korea Spatial Information Society 22(5): 1-8 (강상구, 이기원, 2015. 오픈소스 모바일 클라우드 서비스: R 기반 공간영상정보 필터링 사례, 한국공간정보학회지 22(5):1-8).
- Kouyoumjian, V. 2011. GIS in the cloud—the new age of cloud computing and geographic information systems. ESRI, p.31.
- Kim, D.H. 2016. An open source GIS based planning support system for abandoned, vacant, and underutilized land. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 19(4): 1-16 (김동한, 2016. 유휴공간 분석을 위한 오픈소스 GIS 기반의 계획지원체계. 한국지

- 리정보학회지 19(4):1-16).
- Kim, J., T.J. Kim, Y.I. Kim, S.N. Park, and S.G. Bae. 2017. GIS cloud service plan in the proceedings of the 9th KSIS Conference p.200. (김진, 김택진, 김영일, 박상남, 배상근. 2017. 공간정보시스템 클라우드 서비스 방안. 제9회 한국공간정보학회 신년학술대회 발표자료 모음집 200쪽).
- Jeong, U.J., D.J. Kim, and S.I. Jung. 2011. Trend of open source SW-based cloud computing technology. *Electronics and Telecommunications Trends*. 26(5):43-54 (정의정, 김동재, 정성인. 2011. 공개 SW 기반 클라우드 컴퓨팅 기술 현황. 전자통신동향 분석 26(5):43-54).
- Lee, I.S., Y. Huh, J.K. Lee, and J.W. Lee. 2016. Cloud technology for geospatial information -focus on data as a service-. *Journal of the Korean Cadastre Information Association* 18(2):3-16 (이인수, 허용, 이재강, 이재원, 2016. 클라우드의 공간정보분야 연계 방안 연구 -DaaS (Data as a Service) 중심으로-. 한국지적정보학회지 18(2):3-16).
- Lee, K.W. 2012. Open source cloud computing: an experience case of geo-based image handling in Amazon web services. *Korean Journal of Remote Sensing* 2(3):337-346.
- Leung, K. 2011. GIS on cloud computing. ESRI. p.38. Available at: [http://www.lsgipolyu.edu.hk/staff/Bo.Wu/event/ASSIST2011/pdf/ASSIST\\_11\\_KLeung.pdf](http://www.lsgipolyu.edu.hk/staff/Bo.Wu/event/ASSIST2011/pdf/ASSIST_11_KLeung.pdf) (Accessed September 07, 2017).
- Myserson, J. 2014. Five open source PaaS options you should know. Available at: <http://www.techrepublic.com/article/five-open-source-paas-options-you-should-know/> (Accessed September 07, 2017).
- Navercast. 2016. IaaS, PaaS, SaaS. Available at: <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3580686&cid=59088&categoryId=59096>(Accessed September 07, 2017).
- Seo, B.K. 2017. DevOps based on cloud platform and practical architecture of micro service. *Proceedings of Open Technet Summit 2017* (서보국. 2017. 클라우드 플랫폼 기반 데브옵스 및 마이크로 서비스 아키텍처 실무. 오픈 테크넷 서밋 2017. Accessed June 21, 2017).
- SPACEN(Spatial Information Industry Promotion Institute). 2016. Execution direction of R&D roadmap in 2016 geo-based Information Research Enterprise Open Forum (공간정보산업진흥원. 2016. 공간정보 분야 융복합 산업 창출을 위한 R&D 로드맵 추진방향. 2016년 국토공간정보연구사업 오픈포럼).
- Troutman, A. 2017. Solutions review 2017 cloud platforms buyers guide. Available at: <https://solutionsreview.com/> (Accessed August 19, 2017).
- Yang, C., Y. Xu, and D. Nebert. 2013. Redefining the possibility of digital earth and geosciences with spatial cloud computing. *Journal International Journal of Digital Earth* 6(4):297-312.
- Yoo, H.Y., K.W. Lee, K.J. Lee, and Y.S. Kim. 2013. Questionnaire analysis of geo-spatial open source application. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 16(4): 106-119 (유희영, 이기원, 이광재, 김용승. 2013. 공간정보 오픈소스 활용 설문조사에 따른 현황 분석. 한국지리정보학회지 16(4): 106-119).
- Yoon, G.S. and K.W. Lee. 2015. WPS-based satellite image processing on web framework and cloud computing environment. *Korean Journal of Remote Sensing*

- 31(6):561–570 (윤구선, 이기원, 2015. 클라우드 컴퓨팅과 웹 프레임워크 환경에서 WPS 기반 위성영상 정보처리. 대한원격탐사학회지 31(6):561–570).
- Yoon, G.S., K.S Kim, and K.W. Lee. 2016. Performance testing of satellite image processing based on OGC WPS 2.0 in the OpenStack cloud environment. *Korean Journal of Remote Sensing* 32(6):617–627 (윤구선, 김광섭, 이기원, 2016. 오픈스택 클라우드 환경 OGC WPS 2.0 기반 위성영상처리 성능측정 시험. 대한원격탐사학회지. 32(6):617–627).
- Yoon, G.S., K.S. Kim, and K.W. Lee. 2017. Linkage of OGC WPS 2.0 to the e-government standard framework in Korea: an implementation case for geo-spatial image processing. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 6(1):25.
- Youn, J.H., C.Y. Kim, and H.S. Moon. 2017. The establishment for technology development plan for national spatial information infrastructure cloud service. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society* 18(3):469–477 (윤준희, 김창윤, 문현석, 2017. 국가 공간정보 인프라의 클라우드 서비스 기술개발 방안 수립. 한국산학기술학회논문지 18(3):469–477).
- Yuan, M. 2011. A Java developer's guide to PaaS. Available at: [https://www.infoq.com/articles/paas\\_comparison](https://www.infoq.com/articles/paas_comparison) (Accessed May 19, 2017). **KAGIS**