

PaaS 클라우드 컴퓨팅 환경에서 전자정부 표준프레임워크 성능평가: 공간영상 정보처리 사례*

김광섭¹·이기원^{1*}

A Performance Evaluation of the e-Gov Standard Framework on PaaS Cloud Computing Environment: A Geo-based Image Processing Case*

Kwang-Seob KIM¹·Ki-Won LEE^{1*}

요 약

클라우드 컴퓨팅 서비스 모델 중 하나인 PaaS(Platform as a Service)와 행정안전부 전자정부 표준프레임워크는 모두 웹 서비스 개발자가 개발 목적을 만족하는 핵심 기능 개발에 집중할 수 있도록 기본 공통자원을 제공하기 위한 컴퓨팅 환경이다. 웹 기반 공간정보 서비스를 구축하는 경우에도 이러한 기술들을 사용하면 미들웨어 소프트웨어 또는 플랫폼 공통 기능들을 바로 활용할 수 있다. 그러나 공간정보 서비스 개발 분야에서 이러한 기반 기술들의 적용 가능성을 검토하거나 적용 시스템의 성능을 평가한 연구는 아직 발표된 사례가 없다. 따라서 이번 연구에서는 공간정보 서비스에 대한 적용 가능성을 살펴보고자 성능평가 실험을 수행하였다. 실험 대상 시스템은 OGC WPS 2.0 표준을 적용한 공간영상 정보처리 서비스를 대상으로 하였다. 실험 시스템은 Cloud Foundry 오픈소스를 이용한 PaaS 환경을 구축한 뒤 전자정부 표준프레임워크를 적용한 웹 서비스로 설계, 구축하였다. 실제 성능 평가실험은 영상처리 기능을 PaaS 클라우드 환경에서 구동하는 경우와 PaaS에 전자정부 표준프레임워크를 같이 적용한 경우를 비교하는 방식으로 수행하였다. 실험 조건은 300명과 500명에 해당하는 동시 사용자가 3,600초 동안 이 시스템에 접속하여 정보처리를 요청하고 실험 환경으로 구축한 웹 서비스가 이에 대하여 응답하는 시간을 기록하는 방식으로 하였다. 성능 측정 결과 PaaS 클라우드 환경에서 전자정부 표준프레임워크를 기반으로 시스템 구축하였을 때 성능이 우수한 것을 확인할 수 있었다. 앞으로 공공 부분의 웹 기반 공간정보 응용 서비스 구축에서 PaaS 클라우드 컴퓨팅과 전자정부 표준프레임워크가 중요한 요소가 될 것으로 기대한다.

주요어 : 공간영상정보, 전자정부 표준프레임워크, 클라우드 컴퓨팅, 파스 클라우드

2018년 08월 13일 접수 Received on August 13, 2018 / 2018년 10월 12일 수정 Revised on October 12, 2018 /
2018년 10월 23일 심사완료 Accepted on October 23, 2018

* 본 연구는 한성대학교 교내학술연구비 지원과제임.

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

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

ABSTRACT

Both Platform as a Service (PaaS) as one of the cloud computing service models and the e-government (e-Gov) standard framework from the Ministry of the Interior and Safety (MOIS) provide developers with practical computing environments to build their applications in every web-based services. Web application developers in the geo-spatial information field can utilize and deploy many middleware software or common functions provided by either the cloud-based service or the e-Gov standard framework. However, there are few studies for their applicability and performance in the field of actual geo-spatial information application yet. Therefore, the motivation of this study was to investigate the relevance of these technologies or platform. The applicability of these computing environments and the performance evaluation were performed after a test application deployment of the spatial image processing case service using Web Processing Service (WPS) 2.0 on the e-Gov standard framework. This system was a test service supported by a cloud environment of Cloud Foundry, one of open source PaaS cloud platforms. Using these components, the performance of the test system in two cases of 300 and 500 threads was assessed through a comparison test with two kinds of service: a service case for only the PaaS and that on the e-Gov on the PaaS. The performance measurements were based on the recording of response time with respect to users' requests during 3,600 seconds. According to the experimental results, all the test cases of the e-Gov on PaaS considered showed a greater performance. It is expected that the e-Gov standard framework on the PaaS cloud would be important factors to build the web-based spatial information service, especially in public sectors.

KEYWORDS : Cloud Computing, Geo-based Image, The e-Gov Standard Framework, PaaS cloud

서 론

정보통신기술(Information and Communication Technology, ICT) 분야에서 신기술이나 새로운 자료 처리 기법들이 신속하게 발표되거나 공개되고 있다. 이러한 국제적인 동향의 흐름에서 중요한 점은 개발자와 사용자 모두에게 이전에 사용하던 기술이나 기법에 비하여 편리하고 신속한 개발환경이나 사용환경을 제공하기 위한 것이다. 한편 이러한 ICT 기술의 발전은 웹 서비스에 대한 수요를 반영한 것이라고 할 수 있다. 웹 환경은 기본적으로 다양한 장치들과 독립적이기 때문에 단말 장비와 관련하여 앞으로도 웹 관련 기술은 지속적으로 수요가 증가하면서 빠르게 성장할 정보통신 기술로 예상된다

(Stack Overflow, 2018). 웹 환경에서 어떤 응용 서비스를 사용자에게 제공하기 위해서는 사용자 인터페이스와 함께 웹 서버 관리 기술, 사용자 요청 처리에 대한 최적화와 안정화 등에 대한 기술적 요소를 고려해야 한다. 또한 웹 서비스에 별도의 외부(Third-party) 소프트웨어나 특정한 기술들이 추가되는 경우 이를 설치하고 운영하는 방식에 대한 지식이나 경험이 필요하다. 이와 같이 점점 사용자 요구사항을 만족시키기 위한 개발 요소가 복잡해지고 다양해지면서 서비스의 기본 구성 요소나 공통 필요 요소를 포함하고 있는 프레임워크를 기반으로 개발 환경을 구성하는 경우가 일반적인 추세이다. 이러한 프레임워크는 서비스를 구조적으로 구축하기 위해 모델-뷰-컨트롤러(Model-View-Controller)와 같은 소프트웨어 공학에 사용되

는 소프트웨어 디자인 패턴이 적용되어 있을 뿐만 아니라, 편의를 위해 만들어놓은 라이브러리들을 개발자가 좀 더 쉽게 사용할 수 있도록 다시 조합하여 필요한 공통 기능들을 모은 것을 의미한다.

우리나라에서는 자바(Java)언어를 이용하여 구축하는 공공 부문의 웹 기반 애플리케이션에 대해 서비스 운영의 통일성과 구성 요소의 재사용성 등을 도모하기 위하여 전자정부 표준프레임워크를 개발하고 2009년 1차 버전을 공표하였다. 이 표준프레임워크는 기본적으로 웹 사용자를 대상으로 하는 것이 아니고 웹 서비스 개발자를 위한 기술적인 요소와 개발 지침으로 이루어진 것이다. 현재까지도 표준프레임워크의 실제 적용 가능성과 확장성을 주제로 하는 기반 연구와 이를 기반으로 응용 서비스 시스템을 구축한 사례 연구들이 발표되고 있다(Chu, 2011; Kim, 2012; Park and Ahn, 2016; Jang, 2018). 이러한 우리나라 전자정부 표준프레임워크는 국내뿐만 아니라 사우디아라비아 이리닝(E-Learning) 시스템, 베트남 다낭 도시 행정 시스템, 멕시코 의료 정보 플랫폼 등에도 활용되고 있고 앞으로 국제 진출 사례는 증가할 것이다(Yoon *et al.* 2017). 이와 같은 표준프레임워크의 확대 발전과 함께 클라우드 컴퓨팅 기술도 역시 웹 기반 서비스 구축 및 운영을 위한 중요한 기술이다. 클라우드 컴퓨팅 기술에 의한 서비스 모델은 일반적으로 IaaS(Infrastructure as a Service), PaaS, SaaS(Software as a Service) 세 가지로 구분하는 경우가 많다. IaaS는 하드웨어 구성에 필요한 요소들을 소프트웨어 서비스 형태로 전환하는 방식으로 웹 서비스 인프라를 가상 환경으로 제공하며, 플랫폼 서비스를 의미하는 PaaS는 웹 서비스의 개발과 운영환경에 필요한 구성요소들을 소프트웨어 서비스 형태로 제공하는 서비스 모델이다. 마지막으로 SaaS는 IaaS나 PaaS에서 제공하는 기술 요소와 계층을 기반으로 구축된 애플리케이션 서비스를 나타내는 것으로, 웹 사용자가 자신이 원하는 애플리케이션을 직접 설치하지 않고 원하는 소프트웨어 기능을 웹에 접속하여 사용하

도록 하는 서비스를 의미한다. Office 365와 Adobe Creative Cloud 등이 SaaS의 실제 서비스 유형이며 전 세계적으로 클라우드 컴퓨팅 기술을 적용하는 서비스가 계속 증가하고 있다. 우리나라에서도 클라우드 컴퓨팅 관련 시장 활성화를 위해 클라우드 스토어 씨앗(<https://www.ceart.kr>)을 통해 국내 클라우드 서비스들을 홍보하거나 나라 장터 종합쇼핑몰(<http://shopping.g2b.go.kr/>)을 통해 IaaS와 SaaS 관련된 기술 및 서비스를 보유하고 있는 업체들이 데이터베이스에 등록하도록 한 뒤 이를 조달 시스템에 연계시키고 있다. 한편 전자정부 표준프레임워크의 클라우드 플랫폼 서비스로의 전환을 위한 추진 방안이 발표되었다.

공간정보 분야에서도 클라우드 컴퓨팅 기술이 적용된 상용 서비스 및 연구들이 발표되고 있다. 공간정보 관련 SaaS 서비스의 예는 ArcGIS Enterprise in the cloud (<https://enterprise.arcgis.com>) ENVI in the Cloud (<https://store.cloudgeo-ag.com>) 서비스 등이 있으며 국제적으로 계속 새로운 서비스가 발표되고 있는 상황이다. 공간정보 활용 분야에서도 클라우드 컴퓨팅에 관련된 오픈소스 기술의 적용을 위한 연구가 필요하다. 이와 관련하여 IaaS 서비스 모델에 대한 오픈소스 소프트웨어인 오픈스택(OpenStack)을 활용한 연구가 수행된 바 있다(Kang and Lee, 2013; Huang *et al.* 2017; Lee *et al.* 2017; Lee and Kim, 2018). 한편 Amazon Web Service(AWS)와 Microsoft Azure 등과 같은 상업적 PaaS 서비스가 공개되면서 PaaS 클라우드 컴퓨팅에 관한 오픈소스 기술에 대한 관심도 증가하고 있다. 클라우드 컴퓨팅 오픈소스를 적용하는 경우에는 경제적 장점과 함께 개발자가 직접 필요한 기능을 채택하여 특정분야에 맞게 최적화할 수 있다는 기술적 장점이 있다. PaaS와 관련하여 Cloud Foundry (<https://www.cloudfoundry.org/>)와 Open Shift (<https://www.openshift.org/>) 등과 같은 오픈소스 플랫폼이 공개되어있다.

이번 연구에서는 공간정보 분야에서도 이러한 클라우드 컴퓨팅 기술의 적용성을 검토하고자

하였고 전자정부 표준프레임워크와 연계한 성능 테스트를 수행하여 향후 활용 가능성을 확인하고자 하였다.

클라우드 환경 전자정부 표준프레임워크

행정안전부(MOIS)와 한국정보화진흥원(<https://www.nia.or.kr/>)에서는 2009년부터 전자정부 표준프레임워크로 개발하고 발표하고 있다. 이것은 자바 언어기반의 정보시스템 구축에서 공통으로 사용되는 기능을 개발환경, 실행환경, 운영환경, 공통컴포넌트 네 가지 환경으로 나뉘어 표준프레임워크로 정립한 것으로 2018년 4월 기준 3.7 버전까지 발표되었다. 또한 정부에서는 표준프레임워크의 확산과 전자정부 생태계 조성을 도모하고자 전자정부 서비스를 개발자가 클라우드 환경에서 이용할 수 있도록 차세대 전자정부 표준플랫폼 구축에 대한 계획을 발표하였다(<https://www.egovframe.go.kr/>). 이와 같이 전자정부 시스템과 클라우드 컴퓨팅 기술을 연계하는 기술 동향은 전 세계적인 추세이다(Dash and Pani, 2016). 이러한 기술 발전 동향에 따라서 정부에서는 오픈소스를 기반으로 PaaS 클라우드 플랫폼 개발을 착수하여 2017년 2월에 개방형 클라우드 플랫폼 PaaS-TA 1.0을 발표하였다.

PaaS-TA는 오픈소스 플랫폼인 Cloud Foundry를 기본 아키텍처로 적용한 것으로 인프라 제어 및 관리 서비스, 실행환경, 운영환경, 개발환경, 서비스 환경 등과 같은 5가지 환경으로 나뉘어 있다. PaaS-TA는 원본 오픈소스에 대한 복사, 배포 및 수정의 권한을 허용하는 아파치 2.0 라이선스(Apache License 2.0)를 채택하고 있기 때문에 이를 기반으로 한 서비스에 추가 기능을 개발과 파생 서비스 구축이 용이한 환경을 제공한다. 공간정보 분야에서 전자정부 표준프레임워크와 PaaS 클라우드 서비스 모델의 적용 가능성을 검토하기 위한 몇 가지 기초 연구가 수행되었다(Kim, 2013; Jung *et al.* 2017). 이러한 PaaS-TA를 활용하는 방법은

크게 2가지로 나눌 수 있다. 클라우드 컴퓨팅 기술 전체를 적용하는 경우와 일부 필요하거나 관련된 기술들을 컴포넌트별로 이용하는 경우이다. 국내 공간정보 서비스 관련 클라우드 컴퓨팅 서비스 모델 환경 중 일반 웹 환경과 IaaS에서의 성능을 비교하는 연구뿐만 아니라 전자정부 표준프레임워크에 대한 성능 측정도 이전 연구로 수행된 바 있다(Lee and Kang, 2015; Yoon *et al.* 2016). 하지만 PaaS와 전자정부 표준프레임워크에 대한 성능 측정은 아직 발표된 사례가 없다. 이번 연구에서는 PaaS-TA의 주요 기반이 되는 Cloud Foundry를 직접 서비스 시스템에 설치하고 적용하여 전자정부 표준프레임워크 실행환경을 구동하는 시험 시스템을 구현한 후에 성능평가 실험을 수행하였다.

성능평가 환경 구성

PaaS 환경은 상용 서비스인 AWS 클라우드 서비스나 Microsoft Azure를 사용하면 개발자가 쉽게 기반 클라우드 환경을 구성할 수 있다. 그러나 이러한 클라우드 환경에서 어떤 특정한 응용 분야에 필요한 미들웨어나 목적 지향적 응용 서비스를 자동으로 설치되도록 하거나 운영환경을 직접 제공하지는 않기 때문에 해당 분야의 전문가가 클라우드 컴퓨팅에 필요한 추가 작업을 해야 한다. 현재 가용한 상업적 PaaS 서비스는 공간정보 적용 실험을 위한 시스템으로 개발된 경우가 없으므로 이번 연구의 실험을 위하여 직접 클라우드 환경을 구축하였다. 측정될 대상 서비스는 공간영상 정보처리를 웹에서 수행하는 웹 애플리케이션을 설계 및 구축하여 실제 영상정보 처리 알고리즘 중에서 한 가지 사례를 적용하였다. 해당 서비스 구축 시 성능 비교는 전자정부 표준프레임워크를 기반으로 한 서비스(with e-Gov Framework)와 스프링 프레임워크 기반으로(without e-Gov Framework) 구분하였다. 성능 평가 대상이 되는 공간영상 정보처리 서비스의 경우 공간정보 분야에서 활용되는 기술이 포함된 미들웨어 소프트웨어를 내부 서비스 형태로 구성해야 한다. 이와 관련된

된 선행 연구로 Kim and Lee(2017)는 클라우드 컴퓨팅 PaaS 모델에서 공간정보 처리 서비스를 연계하기 위한 오픈소스 기반의 PaaS 플랫폼 정리 및 기능 설계를 한 바 있다.

이번 연구에서는 구축한 PaaS 클라우드 시스템은 오픈소스 플랫폼인 Cloud Foundry를 사용하였다. Cloud Foundry는 기존에 설치된 IaaS에서 동작하는 클라우드 플랫폼 서비스로서 다소 내부 구성이 복잡하지만, 확장성이 좋기 때문에 국제적으로 많은 관심 커뮤니티와 개발자를 확보한 중요한 오픈소스 플랫폼 중 하나이다. 이것은 여러 마이크로(Micro) 서비스 단위로 구성되어 있으며 실제 애플리케이션의 배포와 사용을 위한 구성요소는 빌드팩(Buildpack), 앱(Apps)과 서비스(Service)로 이루어진다.

그림 1은 이번 연구에서 구축한 Cloud

Foundry PaaS 서비스 모델에 적용한 세 가지 구성을 정리한 것이다. 빌드팩은 애플리케이션을 PaaS에 배포하기 위해 언어별로 지원하는 빌드 환경이다. Cloud Foundry는 기본적으로 구축과 동시에 개발 언어를 자동으로 지원하기 때문에 자바(Java) 빌드팩을 통해 스프링(Spring) 프레임워크로 개발된 서비스를 통합할 수 있다. 그러나 전자정부 표준프레임워크를 적용하기 위해서는 별도 빌드팩이 필요하며, PaaS-TA에서 별도 컴포넌트로 제공하고 있는 전자정부 표준프레임워크 3.5 빌드팩을 추가하였다. 그림 1에서 서비스(Services)는 웹 서비스에서 사용되는 미들웨어 소프트웨어들의 집합 장소를 의미한다. 개발자는 서비스를 통해 미들웨어 소프트웨어를 별도 구축하지 않고도 개발 환경에서 간단하게 웹 서비스에 적용할 수 있

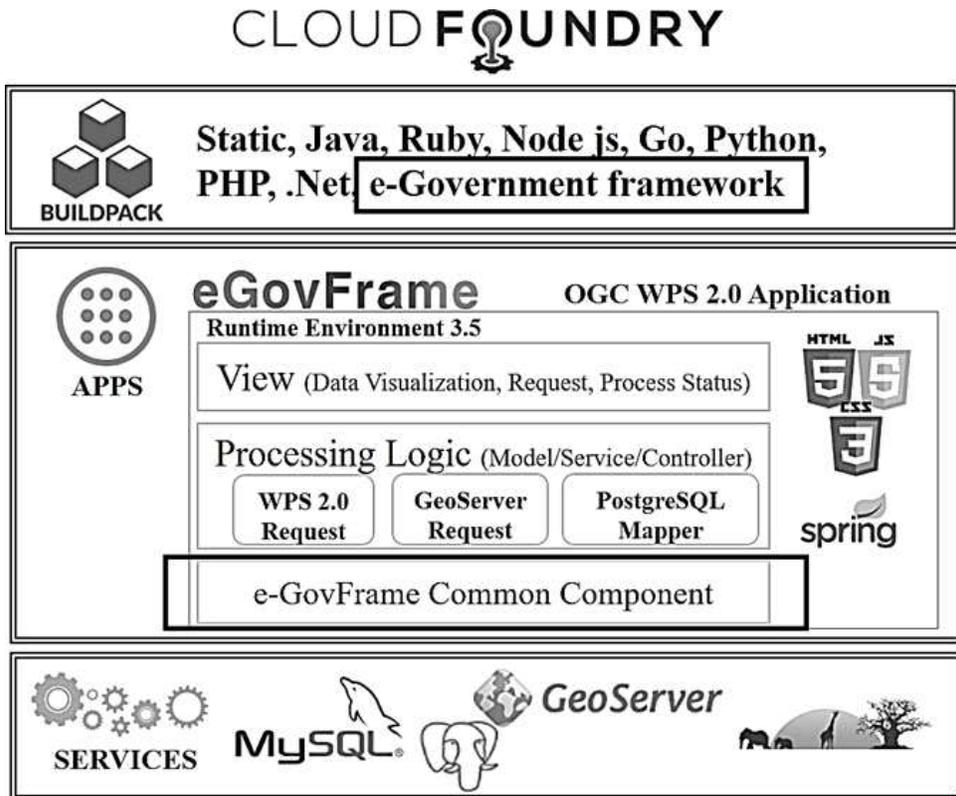


FIGURE 1. A cloud PaaS configuration with buildpack of the e-Government standard framework based on Cloud Foundry.

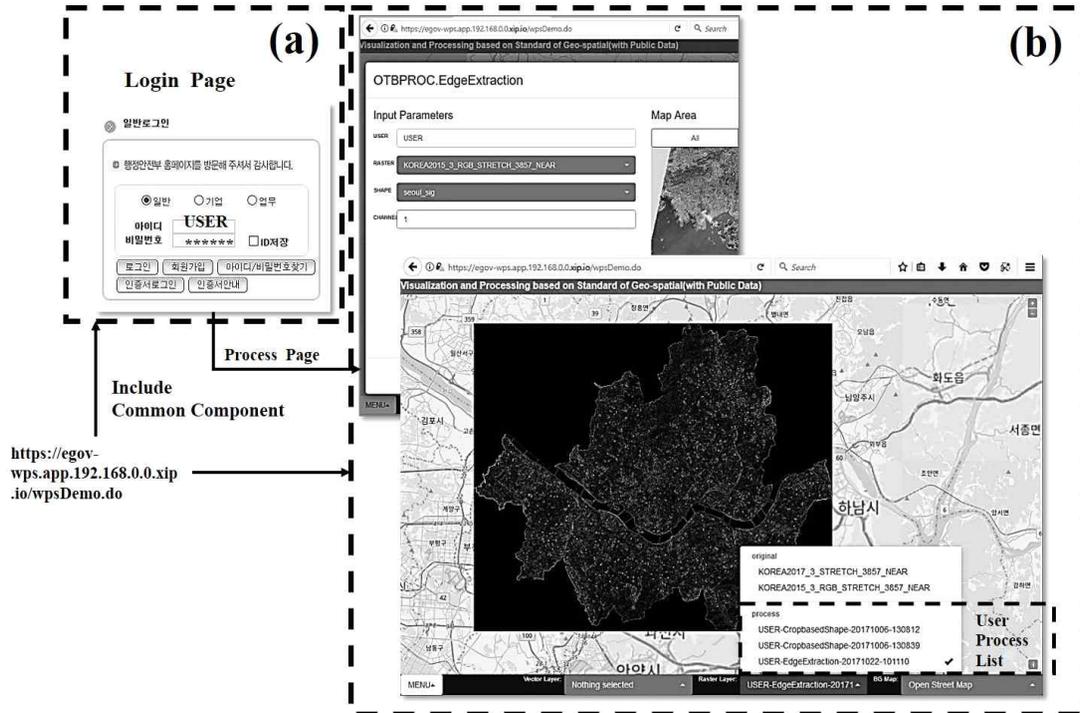


FIGURE 2. Test implementation of geo-based image processing service with a framework common components: (a) Accessing service interface using common components of the e-Gov Framework, (b) Accessing service interface without the e-Gov Framework.

다. 서비스의 경우 빌드팩과는 다르게 Cloud Foundry 설치와 동시에 사용할 수 없기 때문에 PaaS 운영자는 개발에 필요한 외부 소프트웨어 들을 모두 구축해야 한다. 이번 연구에서는 해당 부분을 구축하기 위해 공간영상 정보처리에 필요한 소프트웨어를 인프라 서비스에 구축하고 이를 활용할 수 있도록 서비스 브로커(Service broker)와 연결하였다. 서비스 브로커는 개발자와 미들웨어 간 연결해주는 역할을 수행한다. 시험 시스템에서 구축한 데이터베이스 서비스는 MySQL (<https://www.mysql.com/>)과 PostgreSQL (<https://www.postgresql.org/>)이다. 한편 GeoServer (<http://geoserver.org/>)는 공간정보 관리와 웹 시각화 서비스를 위한 서버로 사용하였고, Open Geospatial Consortium Web Processing Service(OGC WPS: <http://docs.openeospatial.org/is/14-065/14-065.html>)를 위한 표준 처

리 인터페이스 서버로 Zoo-Project를 구축하였다. PostgreSQL의 경우 앱과 연결 시 새로운 해당 앱에 필요한 데이터베이스 테이블이 자동으로 생성되는 서비스 브로커 기능을 제공한다. GeoServer와 Zoo-Project는 데이터를 공유하고 있으며 시각화 및 처리에 대한 URL만 제공하면 되기 때문에 별도 서비스 브로커는 배포할 필요가 없다. 그림 1에서 앱(Apps)은 성능 측정을 위한 공간 영상 처리 웹 서비스이다. 웹 서비스는 스프링 프레임워크 및 전자정부 표준프레임워크를 기반으로 설계하고 구축한 앱이다. 앱 공간에는 IaaS에 구축된 Cloud Foundry 가상 머신(Virtual Machine)의 성능에 따라 여러 앱이 배포될 수 있다. 이번 연구에서는 두 개의 웹 서비스를 배포하여 성능 측정을 수행하였다.

공간영상 정보처리 서비스는 WPS 인터페이스를 활용해 공간영상 정보를 시각화하고 처리

하는 기능을 구현하였다. 영상처리 웹 서비스는 스프링 프레임워크와 전자정부 표준프레임워크의 공통 컴포넌트를 기반으로 구동한다. 공통 컴포넌트는 통합인증, 보안, 협업, 사용자 지원, 시스템 관리 등에 대한 기능을 모듈 형식으로 제공하기 때문에 클라우드 컴퓨팅 개발자가 별도의 추가 작업이 없이 바로 사용할 수 있다. 웹 서비스에서 필수적인 로그인 기능의 경우 통합 인증 공통 컴포넌트를 공간영상 정보 웹 서비스에 추가하였다(그림 2). 스프링 프레임워크 기반으로 구축된 공간영상 정보 웹 서비스의 경우에는 별도 인증 기능이 없기 때문에 바로 접속하여 서비스를 이용할 수 있지만 이번 연구에서 전자정부 표준프레임워크 기반으로 구축된 웹 서비스는 통합 인증 공통 컴포넌트를 추가하였기 때문에 그림 2(a)와 같이 로그인 페이지가 나타나고 로그인을 해야 서비스를 이용할 수 있다. 그림 2(b)는 서울 지역에 대한 Landsat 8 공간영상 데이터를 활용하여 경계선 추출(Edge Extraction) 처리 결과를 나타낸 것이며, 이러한 처리 과정을 성능 평가 시나리오로 설정하였다.

클라우드 환경 표준프레임워크 성능평가

성능평가 실험은 클라우드 컴퓨팅 PaaS 모델 환경에 프레임워크 기반으로 개발된 두 종류의 공간영상 처리 웹 서비스 응답 시간을 측정하는 방식으로 수행하였다. 그림 3은 비교 실험을 위하여 구축한 두 종류의 앱에 대한 PaaS 환경 배포결과이다. Cloud Foundry에서는 일반적으로 CLI(Command Line Interface) 방식으로 모든 구성 요소를 배포한다. 하지만 Cloud Foundry를 웹 GUI(Graphical User Interface) 형태로 사용할 수 있도록 제공해주는 PCF(Pivotal Cloud Foundry) 오픈소스가 발표되었다. 그림 3은 PCF에서 제공하고 있는 앱 배포 관리자 웹 인터페이스이다. 그림 3(a)은 표준프레임워크를 활성화한 후 서비스를 구동시키는 egov-wps라는 이름의 앱으로써 egov_buildpack_v35 빌드팩을 사용하여 배포하였다. 한편 그림 3(b)는

wps라는 이름으로 배포된 앱으로 자바 기반의 스프링(Spring) 프레임워크를 빌드할 수 있는 컨테이너 최적화(Container-Customizer) 빌드팩으로 배포하였다. 이 두 가지 앱은 영상 처리 기능에 대한 차이는 없다. 그러나 앞서 언급했듯이 표준프레임워크 기반으로 배포된 앱의 경우 표준프레임워크 공통 컴포넌트 기능 중 하나인 로그인 기능이 포함되어 로그인 과정을 거쳐야 영상 처리할 수 있으며 사용자별 처리 결과 목록을 시각화할 수 있게 되어 있다.

PaaS에 배포되는 애플리케이션은 Lee and Kim(2017)에서 제시한 대로 컨테이너 형태로 구동된다. 따라서 클라우드 컴퓨팅 환경에서 사용자에게 제공되는 서비스 이용이 가능한 실행 상태의 가상 서버(Virtual Server)를 의미하는 인스턴스(Instance)에 대한 개수를 쉽고 빠르게 증가시키거나 감소시킬 수 있다. 또한 메모리(Memory) 크기 역시 사용자 요구 상태에 따라 변경이 쉽다. 성능 측정 전 공간영상 처리 웹 서비스에 대한 구동 크기를 표 1과 같이 설정하였다. 기본적으로 실험을 위하여 두 앱 모두 같은 크기로 설정하였다. 앱에 대한 영구 저장소(Persistent disk)와 메모리는 각각 1GB씩 설정하고 인스턴스 개수는 4개로 분배하였다. 이처럼 여러 인스턴스로 분배하였을 경우 Cloud Foundry 서비스에 기본적으로 포함된 로드 밸런서(Load balancer) 기능을 통해 사용자들을 최적 상황이 되도록 자동 분배한다. 이러한 구조에서는 한 개 인스턴스가 문제가 생겨도 복구하는 동안 다른 인스턴스에서 작업할 수 있기 때문에 어느 경우에도 서비스가 중단되지 않는 큰 장점이 있다. 서비스 형태로 제공되는 협력업체의 소프트웨어들도 IaaS를 통해 최소한 한 개의 가상 머신으로 구성하였다. Zoo-Project의 경우 처리를 직접 수행하기 때문에 3개의 인스턴스로 구성하여 분배하도록 가상 머신을 구성하였다. 성능 측정에 사용된 공간영상 처리 기능은 경계선 추출(Edge Extraction)이다. 경계선 추출 기능에 대한 성능은 Zoo-Project와 연결된 영상 처리 오픈 소스 소프트웨어인 OTB(Orfeo ToolBox) (

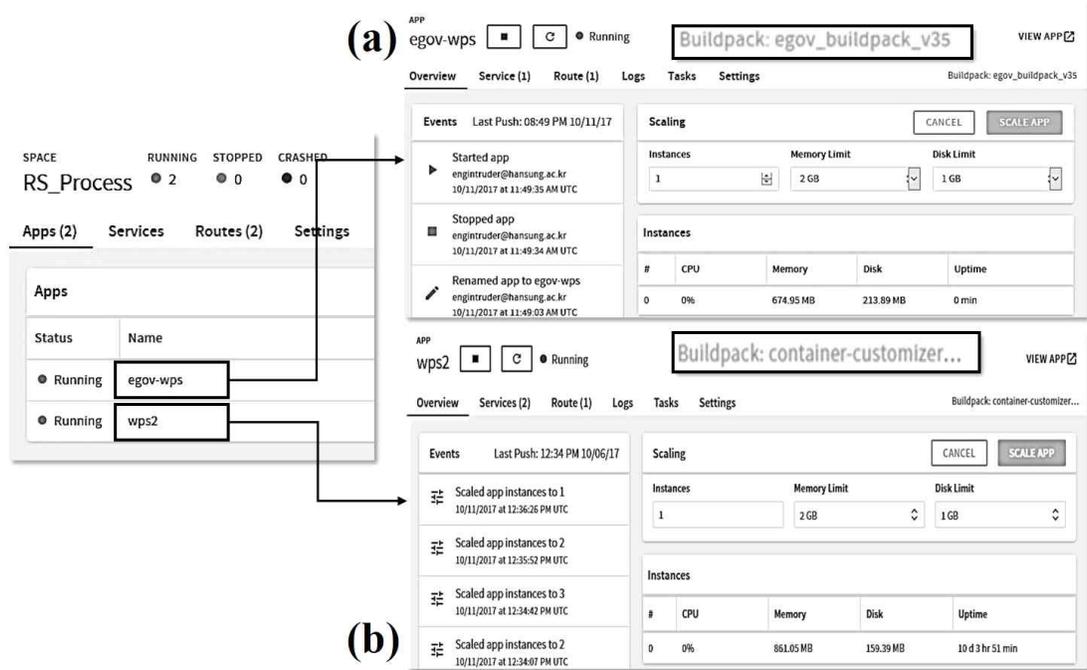


FIGURE 3. Deployment cases for the performance evaluation: (a) the case with the e-Gov Framework and (b) the case without the e-Gov Framework.

TABLE 1. Specifications of an implemented service for a performance test about Apps and Services

Name	Number	Persistent disk	Memory	Note
Apps				
Without e-Gov WPS 2.0 Container	4	1GB	1GB	-
With e-Gov WPS 2.0 Container	4	1GB	1GB	-
Services				
GeoServer	1	100GB(NFS)	4GB	Instance type Service
PostgreSQL	1	100GB	4GB	Instance type Service
MySQL	1	100GB	4GB	Instance type Service
Zoo-Project	3	100GB(NFS)	2GB	Instance type Service

toolbox.org/)에 포함된 함수를 직접 사용하였다. 한편 Zoo-Project (<http://zoo-project.org/>)는 PaaS 서비스 형태로 사용되고 배포된 앱이 아닌 별도 인스턴스로 구동된다.

성능측정 실험에 사용된 테스트 소프트웨어는 오픈소스 웹 서비스 측정 도구인 JMeter (<https://jmeter.apache.org/>)를 사용하였다. JMeter는 대상이 되는 웹 서비스에 대한 실험

시나리오에 따라 사용자 수(Threads), 사용자 수행 시간(Ramp-Up Period), 반복 횟수(Loop Count) 등과 같은 측정 변수를 설정하고 시나리오를 순차적으로 실행하면서 네트워크 부하가 발생하도록 하여 서비스의 전반적인 성능을 검사하는 도구이다. 이번 연구에서 성능 측정 실험의 대상은 표준프레임워크 기반 여부로 나뉘는 공간 영상 처리 애플리케이션으로 WPS

2.0 요청에 대해 중계를 맡는 미들웨어 애플리케이션의 응답 시간이다. 대부분 웹 서비스는 사용자 요청에 대한 응답 시간을 가지고 성능을 측정한다. OGC의 WPS 2.0 요청 중에서 영상 처리 요청을 위해 필요한 요청은 Describe Process와 Execute의 두 가지가 있다. Describe Process는 입력 및 출력을 포함하는 처리 과정에 대한 설명을 반환하는 방식을 정의한 인터페이스이다. 한편 Execute는 처리 결과인 출력을 반환하는 데 적용하는 인터페이스로써, WPS 2.0부터 비동기 방식으로 구동되기 때문에 처리 상태를 받아오는 GetStatus 인터페이스와 처리 결과를 받아오는 GetResult 인터페이스가 연계된다. 미들웨어 애플리케이션은 사용자 인터페이스를 제공할 뿐만 아니라 추가된 WPS 2.0 인터페이스를 활용하여 처리 상태를 주기적으로 확인하고 처리가 완료되면 결과를 소켓 통신을 통해 클라이언트에 보내는 기능을 하고 있다. 실제 측정 대상은 WPS 2.0 Execute 인터페이스를 사용하였다. JMeter에서는 HTTP 통신 방식의 요청을 스크립트화 하여 반복 수행을 할 수 있다. 배포된 공간영상

처리 앱은 HTTP POST 방식 처리 요청을 지원하고 있어 JMeter에서 성능 평가실험을 수행하는 데 적합하다.

이번 성능 비교는 웹 시스템에 대한 처리 요청 및 응답에 대한 소요시간 결과를 이용하여 비교하였다. 실험의 측정 변수로 사용된 사용자 수는 300명과 500명, 한 사용자가 해당 요청을 반복하는 횟수는 10번으로 설정하였기 때문에 총 3,000회와 5,000회의 요청이 이루어진다. 여기서 사용자는 스레드(Thread)에 해당한다. 사용자 수행 시간은 1시간으로 설정했기 때문에, 300명일 때는 12초마다, 500명일 때는 7.2초마다 사용자가 새로운 요청 작업이 실행되도록 하였다. 이러한 경우 300명의 동시 접속자 수는 4명 정도이다. 500명일 때도 크게 달라지는 않지만 대략 동시 접속자 수는 6명으로 측정되었다. 한편 실험 결과에 영향을 줄 수 있는 외부 요인은 가능한 배제하고자 하였으나 네트워크 환경 자체가 영향을 줄 수 있으므로 다음 번 실험 환경을 위하여 실험 변수를 변경할 때마다 새로운 앱을 배포하였으며 같은 조건에서 동일한 실험을 3회 반복 수행하였다. 그림 4와

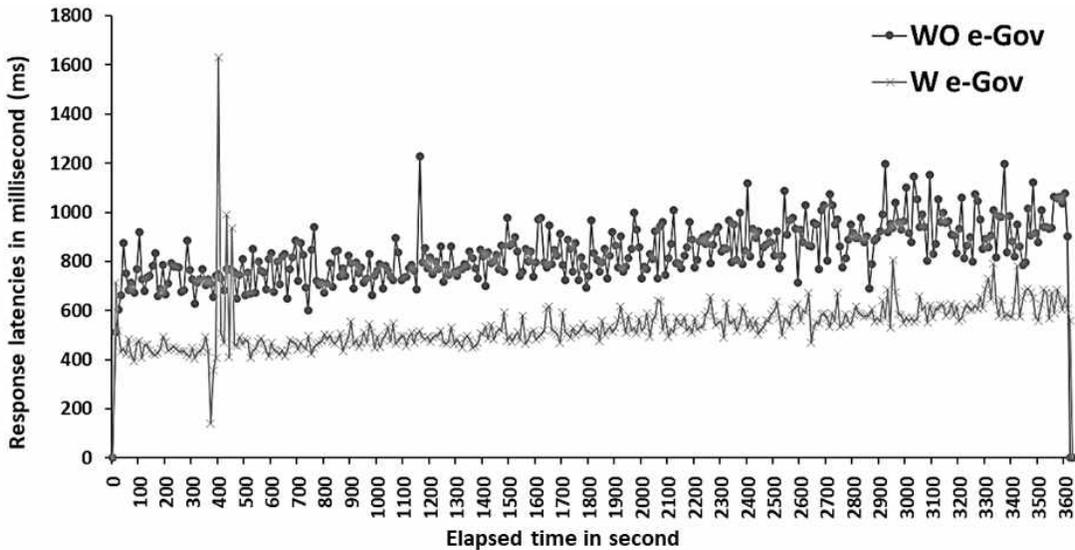


FIGURE 4. The performance result of WPS 2.0 Execute operation for 300 threads: WO(without) the e-Gov Framework and W(with) the e-Gov Framework.

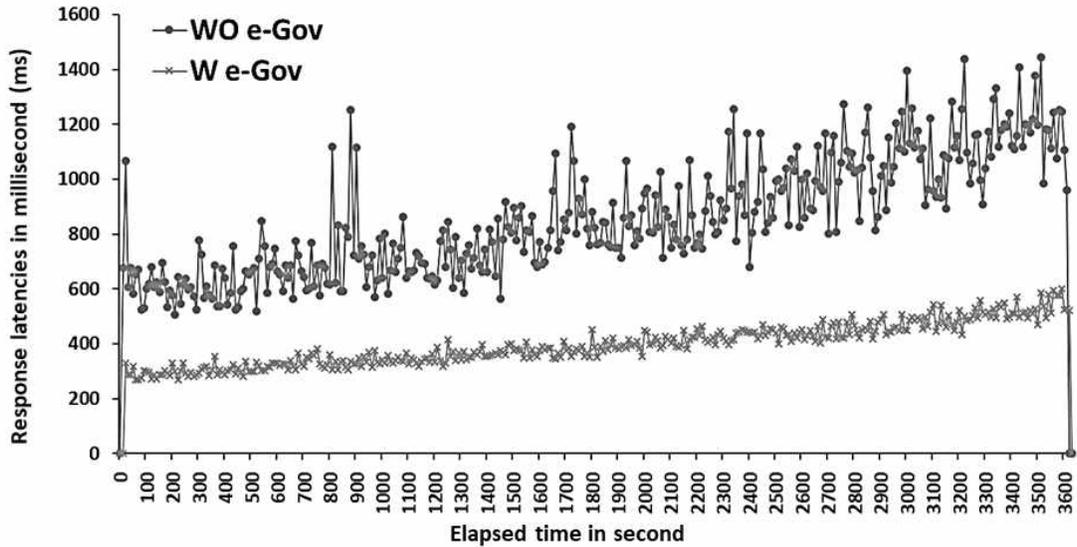


FIGURE 5. The performance result of WPS 2.0 Execute operation for 500 threads: WO(without) the e-Gov Framework and W(with) the e-Gov Framework.

그림 5는 300명과 500명 사용자를 대상으로 한 WPS Execute 요청 응답 시간을 나타낸 것이며, Y축 값이 클수록 늦은 응답 시간을 나타

낸다. 요청이 증가하면서 응답 시간의 증가 추세는 두 앱 모두 유사한 양상을 보인다. 300명과 500명의 두 경우에 3회 실험 결과를 평균으

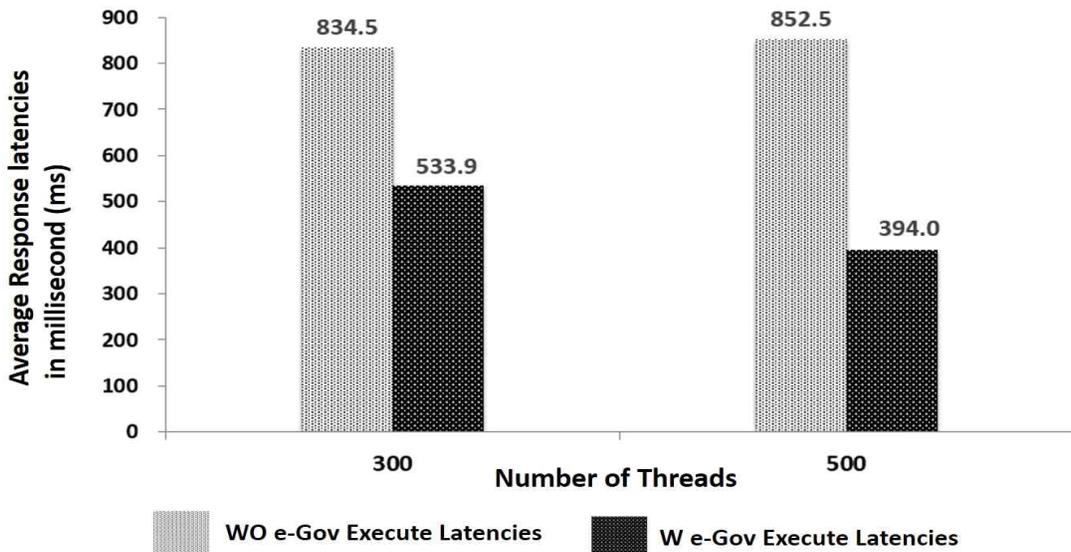


FIGURE 6. The average response times for WO(without) the e-Gov Framework and W(with) the e-Gov Framework.

로 나타낸 그림 6을 확인하였을 때 전자정부 표준프레임워크 기반으로 구축된 앱이 그렇지 않은 앱에 비하여 성능이 우수한 것으로 나타났다. 이러한 실험 결과는 앞으로 다양한 처리 기능을 적용한 실험이 필요하다는 하지만, 일단은 웹 서비스의 내부 정보처리 과정에 전자정부 표준프레임워크가 성능 향상에도 기여한다는 것을 의미한다.

결 론

목적지향 정보시스템 구축이나 관련 서비스 개발이 보편화하면서 이를 위하여 적용되는 환경도 점점 다양해지고 기술요소도 역시 점점 복잡해지고 있다. 이번 연구의 핵심 주제인 클라우드 컴퓨팅 기술은 하드웨어 자원을 최적으로 관리하면서 성능도 역시 효과적으로 관리하는 기능을 제공한다는 장점이 있다. IaaS, PaaS와 SaaS와 같은 클라우드 서비스 모델은 가용 자원과 네트워크 상태 등을 고려하여 서비스 목적에 맞춰 다양하게 설계할 수 있으며, 보유하고 있는 하드웨어를 최대한 활용하면서도 개발자 그룹과 사용자 그룹에게는 더 편리한 서비스를 제공할 수 있다. 간단한 지도 서비스에서부터 여러 공간정보와 관련된 콘텐츠를 실시간으로 처리하는 공간정보 웹 서비스의 구축 환경은 여러 계층으로 이루지는 복합 구조를 요구하는 경우가 많다. 공간정보 응용 분야는 대부분 공공사업과 관련되기 때문에 전자정부 표준프레임워크를 반영해야 하고 수요자의 요구사항에 따라 클라우드 컴퓨팅 기술을 적용하는 추세이다. 특히 개발환경 편의성과 자동화를 지원하는 PaaS 클라우드 환경과 공간정보 응용분야를 연계할 필요가 있다.

이번 연구에서는 이러한 기술들에 대한 공간정보 서비스 적용 가능성을 확인하고자 공간영상 처리 사례 앱을 새로 구축하였고 이에 대한 성능 측정을 수행하였다. GeoServer와 Zoo-Project 등과 같은 공간정보 관련 미들웨어 소프트웨어를 오픈소스 Cloud Foundry를 적용한 PaaS 클라우드에서 운영할 수 있는 실험 서

비스를 구축하였다. 이러한 웹 서비스에 대한 정보처리 요청에 대한 응답 시간을 측정한 결과로 이러한 PaaS 클라우드 환경에 전자정부 표준프레임워크를 적용하였을 때 PaaS 클라우드 환경에서 처리하는 경우에 비하여 성능이 우수하게 나타나는 것을 확인하였다. 이번 연구의 결과는 PaaS 클라우드 컴퓨팅 기술과 전자정부 표준프레임워크를 공간정보 응용 분야로 확대 적용할 수 있는 기초 자료가 될 것으로 기대한다. **KAGIS**

REFERENCES

- Chu, H.C., 2011. An Empirical study of framework for electronic government, Soongsil University, Korea (추찬철, 2011, 전자정부프레임워크에 대한 실증적 연구, 숭실대학교).
- Dash, S. and S. K. Pani, 2016. E- Governance paradigm using cloud infrastructure: benefits and challenges, Proceeding of 2016 International Conference on Computational Modeling and Security, Bengaluru, India, Feb. 11-13, 85:843-855.
- Huang, W., W. Zhang and D. Zhang, 2017. Elastic spatial query processing in OpenStack cloud computing environment for time-constraint data analysis, ISPRS International Journal of Geo-Information 6(3):84.
- Jang, I., 2018. Development of a learning management system based on eGovFrame framework, Chonnam National University, Korea (장인석, 2018, 전자정부 표준프레임워크 기반 학사관리 시스템 개발, 충남대학교).
- Jung, B.K., Z. Shin, M. Oh, H. Kwon, J.S. Ma, Y.W. Kim and H.Y. Kim, 2017. Verification test of cloud PaaS PaaS-TA

- on micro server, Proc. of 2017 Conference on The Institute of Electronics and Information Engineers, Incheon, Korea, Nov. 24–25, 938–941 (정병권, 신지호, 오명훈, 권혁제, 마진석, 김영우, 김학영, 2017, 마이크로 서버상에 클라우드 PaaS인 PaaS-TA 검증 시험, 대한전자공학회 학술대회, 938–941).
- 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, 2013, 오픈소스 클라우드 플랫폼 OpenStack 기반 위성영상분석처리 서비스 시험구현, 한국지리정보학회지 16(4): 141–152).
- Kim, C.J., 2013. A Integration research of cloud component based on PaaS for enhancing software reusability, Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society 14(2):868–877 (김철진, 2013, 소프트웨어 재사용성 향상을 위한 PaaS 기반 클라우드 컴포넌트 통합 연구, 한국산학기술학회 14(2):868–877).
- Kim, N.H., 2012. A Study on the method for improving efficiency of e-Government standard framework based on master data, Paichai University, Korea (김남훈, 2012, 마스터데이터 기반 전자정부 표준 프레임워크 효율성 제고 방안에 관한 연구, 배재대학교)
- Kim, K.S. and K.W. Lee, 2017. Linkage based of geo-based processing service and Open PaaS cloud, Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 20(4):24–38 (김광섭, 이기원, 2017, 오픈소스 PaaS 클라우드와 공간정보 처리서비스 연계 기초, 한국지리정보학회지 20(4):24–38).
- Lee, K. and S. Kang, 2015. Evaluation of geo-based image fusion on mobile cloud environment using histogram similarity analysis, Korean Journal of Remote Sensing 31(1):1–9.
- Lee, K., S. Kang, K. Kim and T.B. Chae, 2017. Cloud-based satellite image processing service by open source stack: A KARI case, Korean Journal of Remote Sensing 33(4):339–350.
- Lee, K. and K. Kim, 2018. A Performance Evaluation of a Geo-Spatial Image Processing Service Based on Open Source PaaS Cloud Computing Using Cloud Foundry on OpenStack, Remote Sensing 10(8):1274.
- Park, H. and J. Ahn, 2016. A Study on demand forecasting module implementation based on the e-Government standard framework, Journal of Korean Institute of Information Technology 14(4):119–127 (박현기, 안재경, 2016, 전자정부 표준 프레임워크 기반 수요예측מוד의 적용 연구, 한국정보기술학회 14(4):119–127).
- Stack Overflow, 2018. The Developer ecosystem, <https://www.stackoverflow.com/uk/talent/resources/developer-ecosystem-2018-predictions> (Accessed April, 2018).
- Yoon, G., K. Kim and K. 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, 한국 원격탐사학회 32(6):617–627).
- Yoon, G., K. Kim and K. 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. **KAGIS**