

오픈소스 클라우드 플랫폼 OpenStack 기반 위성영상분석처리 서비스 시험구현

강상구¹ · 이기원^{1*}

Testing Implementation of Remote Sensing Image Analysis Processing Service on OpenStack of Open Source Cloud Platform

Sang-Goo KANG¹ · Ki-Won LEE^{1*}

요 약

2013년 현재 클라우드(Cloud) 컴퓨팅 서비스는 정보통신기술분야의 핵심 기술 동향 중 하나로써 이에 관련된 기술이나 사업 응용 분야가 계속 발전, 확대되고 있다. 이러한 서비스를 개발할 수 있는 기반 요소인 클라우드 플랫폼 중에 하나인 OpenStack은 오픈소스 기반으로 몇 가지의 내부 기술 요소로 이루어져 있고, 서비스 목적에 따라 상업적 플랫폼에 의존하지 않고도 독자적인 공개 및 비공개 클라우드 컴퓨팅 환경을 구축할 수 있는 환경을 제공한다. 이번 연구에서는 위성영상정보 분석처리 시스템을 시범적인 클라우드 서비스 모델로 설정하여 OpenStack을 기반으로 비공개 클라우드 컴퓨팅 환경으로 설계, 구축하는 사례를 제시하고자 하였다. 구현된 서비스는 세부적으로 인스턴스 서버, 웹 서비스, 모바일 앱으로 구분하였다. 인스턴스 서버는 실제 위성영상정보 분석처리, 데이터베이스 등의 기능을 제공하고, 웹 서비스는 사용자로부터 위성영상정보를 저장 및 관리하는 기능을 제공한다. 한편 모바일 앱은 위성영상정보의 시각화 및 분석처리 요청 등의 기능을 수행한다.

주요어 : OpenStack, 클라우드 컴퓨팅, 모바일 앱, 오픈소스, 위성영상정보

ABSTRACT

The applications and concerned technologies of cloud computing services, one of major trends in the information communication technology, are widely progressing and advancing. OpenStack, one of open source cloud computing platforms, is comprised of several service components; using these, it can be possible to build public or private

2013년 10월 11일 접수 Received on October 11, 2013 / 2013년 11월 27일 수정 Revised on November 27, 2013 / 2013년 11월 29일 심사완료 Accepted on November 29, 2013

¹ 한성대학교 정보시스템공학과 Dept. of Information System Engineering, Hansung University

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

cloud computing service for a given target application. In this study, a remote sensing image analysis processing service on cloud computing environment has designed and implemented as an operational test application in the private cloud computing environment based on OpenStack. The implemented service is divided into instance server, web service, and mobile app. A instance server provides remote sensing image processing and database functions, and the web service works for storage and management of remote sensing image from user sides. The mobile app provides functions for remote sensing images visualization and some requests.

KEYWORDS : *OpenStack, Cloud Computing, Mobile App, Open Source, Remote Sensing Image*

서 론

포괄적 개념으로 클라우드 컴퓨팅 서비스는 사용자가 웹 기반 시스템에서 정보통신기술(ICT: Information Communication Technology) 자원을 포함한 어떤 서비스를 이용하고자 할 때 자신이 필요한 서비스 요소를 대여하여 사용하고, 사용한 만큼의 사용료를 내는 서비스를 의미한다. 이러한 클라우드 컴퓨팅 서비스는 기존의 서버 기반 웹 서비스에 비하여 동적 확장성 (scalability), 장치 독립성, 업무 중심의 컴퓨팅 자원 사용, ICT 자원 도입 및 관리 비용의 절감 등의 장점을 가지고 있다. 이러한 클라우드 컴퓨팅 서비스는 최근에 모바일, 빅데이터 등과 같은 ICT 분야의 핵심 서비스들과 연계되어 플랫폼 시장과 응용 서비스 시장이 급속히 성장하고 있다. 특히 클라우드 컴퓨팅 서비스는 매우 많은 양의 연산을 요구하는 경우, 혹은 사용자 접속 요청이 특정 시간에 집중되거나 트래픽 집중 시간을 예측하기 어려운 서비스의 구축이나 운영 분야 등에서 활용 가치가 높다 (Barnatt, 2011; Lim *et al.*, 2013; NIPA, 2013).

Google, Microsoft, Amazon 등 ICT 시장을 주도하는 주요 기업에서는 2000년 대 중반 이후 클라우드 사업 전략을 수립하여 현재 실무 운영 서비스 실행 수준까지 발전하고 있으며, 우리나라의 경우에도 주요 이동 통신사와

대기업을 중심으로 독자적인 클라우드 플랫폼 컴퓨팅 환경을 구축하거나 이에 기반한 응용 서비스를 제공하려는 노력을 하고 있다.

클라우드 컴퓨팅 서비스는 위와 같은 상업적인 클라우드 컴퓨팅 플랫폼을 기반으로 개발하고 운영하는 경우가 일반적이지만, 이러한 플랫폼에 의존하지 않고 오픈소스 플랫폼을 이용하여 클라우드 서비스 운영 환경을 직접 구축하는 것도 가능하다. 그러나 독자적인 클라우드 컴퓨팅 서비스를 구축하기 위해서는 당연히 여러 기술 요소들이 적용되고 상호 연계되어야 한다. 이러한 기술 요소는 하드웨어 가상화 기술, 클라우드 서비스 관리 기술, 클라우드 사용자 인증 기술, 스토리지 가상화 기술 등과 같이 다양하고 복잡하다. OpenStack, CloudStack, Eucalyptus 등은 이러한 기술들은 통합해서 클라우드 컴퓨팅 서비스를 구축 및 활용 할 수 있도록 하는 오픈소스 클라우드 플랫폼이다 (Jeong *et al.*, 2011). Barnatt(2011)은 향후 클라우드 컴퓨팅의 핵심 사항으로, 클라우드 디바이스 기능의 향상, 멀티 코어 클라우드 프로세스 기술 적용 사례 증가, 크라우드 소싱 (crowd sourcing)과 오픈소스 솔루션 개발의 활성화, 데이터 공유의 보편화 등을 강조한 바 있다.

2010년 이후 다양한 정보시스템 응용 분야에서 이러한 오픈소스 클라우드 플랫폼을 사용하여 자신의 서비스 운영 목적에 맞는 클라우

드 컴퓨팅 환경을 구축하고자 하는 연구와 기술 개발이 활발하게 진행되고 있다. 그러나 다른 분야에 비하여 공간정보 또는 원격탐사 응용분야에서는 ESRI가 클라우드 GIS의 시장 형성과 기술 활성화를 위한 많은 노력을 하고 있음에도 불구하고(참조: <http://www.esri.com/products/technology-topics/cloud-gis>), 현재 상업적 클라우드 컴퓨팅 플랫폼에 기반하여 실제적인 공간정보 응용 서비스를 개발한 사례가 보고된 사례가 아직은 많지 않다. 따라서 공간정보 분야에서 오픈소스 클라우드 컴퓨팅 기술에 기반하여 서비스 환경을 구축하고자 하는 시도는 아직 초기 연구 수준이라고 할 수 있다.

Lance(2012)는 오픈소스 클라우드 플랫폼 중 OpenStack, CloudStack, Eucalyptus, Ganeti에 대해서 제공하는 기능을 비교한 바 있는데, 이 중에서 Ganeti를 제외한 나머지 세 가지의 오픈소스 클라우드 플랫폼의 경우는 제공하는 기능은 거의 유사하다고 보고하였다. 이 중에서 OpenStack은 IBM, HP, RedHat, Dell, Intel 등과 같은 대규모 기업이 지원하고 있으며, 상업적 클라우드 플랫폼과도 직접 비교할 수 있는 수준까지 발전하면서 이를 활용하여 클라우드 컴퓨팅 서비스 모델의 구축 사례가 계속 증가하고 있다(참조: <http://www.openstack.org/user-stories/>). Almeer(2012)는 분산 클러스터(Cluster) 환경에서 대용량의 자료를 처리할 수 있도록 하는 자바 오픈소스 기반 프레임워크로 빅데이터 처리 핵심 기술로 알려져 있는 하둡(Hadoop) 환경에서 원격탐사 영상정보 처리를 위한 색상 선명화(sharpening), 소벨(sobel) 필터링, 색상 대비처리와 같은 몇 가지 기본적인 알고리즘을 구현하였다. 이 연구에서는 클러스터 방식의 영상처리가 우수한 성능을 보이므로, 빅데이터와 연계된 클라우드 컴퓨팅 서비스의 설계와 구축에 시사점을 주고 있다. Yang *et al.*(2013)은 Geoscience, GIScience, Digital Earth을 포괄하여 향후 발전 및 전개 방향을 제시하고자 공간정보 클라우드 컴퓨팅 분야의 핵심 기술 요소와 비전을 아키텍처, 시각화, 빅데이터, 실시간, 데이터 저장소, 공간

함수, 정보처리 상호운용, 신뢰도, 클라우드 관리, 의사소통, 보안, 시공간, 공동 작업 등으로 구분하여 체계적으로 정리하였다. 한편 Yue *et al.*(2013)은 지형공간 정보처리 분야에서 클라우드 컴퓨팅 환경에 기반하여 구현되고 공식적으로 발표된 실제 사례 들을 정리하였다. 이러한 연구 사례들은 대부분 Java 언어로 구현되고 Open Geospatial Consortium(OGC) 서비스 인터페이스를 수용하는 공공 클라우드 서비스 제공을 목적으로 하고 있다는 몇 가지 공통점이 있다. 한편 기존의 사례 연구에서는 Google App Engine, Amazon EC2, Microsoft Azure 등과 같은 다양한 클라우드 플랫폼이 적용되었다.

Kim and Lee(2012)는 데스크톱과 모바일 웹 브라우저에서 작동되는 위성영상정보 다중 시각화 시스템을 개발하였다. 이는 모바일 웹 환경에서 위성영상정보를 활용한 사례이다. 이번 연구와 관련된 선행 연구로서 Kang *et al.*(2012)은 Amazon Elastic Compute Cloud(EC2)를 사용하여 스마트폰 상에서 위성영상정보처리를 할 수 있는 앱(App) 프로그램을 개발하고, 몇 가지 서버 인스턴스(instance) 타입에 따른 성능 비교 연구를 수행하였다. 또한 Lee and Kang(2013)에서는 Amazon EC2와 S3(Simple Storage Service)를 기반으로, 위성영상정보를 처리 할 수 있는 다양한 분석 기능을 탑재한 모바일 앱을 개발하였다. Kim *et al.*(2013)도 Amazon EC2에 기반한 위성영상정보 색상 혼합 및 융합 목적의 클라우드 기반 응용 서비스를 개발하였다. 이 경우에는 광학, SAR 위성영상정보, 환경정보를 융합하여 3차원으로 시각화하는 기능을 제공하고, 태블릿 웹 환경과 일반적인 웹 브라우저에서 동일하게 이용할 수 있도록 하였다.

이번 연구의 목적은 오픈소스 기반 클라우드 컴퓨팅 환경을 실제 구축하고, 이를 기반으로 하여 원격탐사 분야에서 활용 가능한 위성영상 검색, 분석 서비스를 시험 구현하는 것이다. 클라우드 컴퓨팅 환경은 OpenStack을 이용하였다. 이번 연구는 이전에 수행된 연구나 서비스

모델 개발이 주로 Amazon 클라우드 환경과 같은 상업적 클라우드 플랫폼을 기반으로 하여 수행된 것과는 차별화된 기술 요소와 내부 구조를 가지고 있다. 사용자 입장에서 분석처리에 필요한 위성영상정보는 클라우드 컴퓨팅 환경에서 검색, 저장되고, 분석처리 기능은 모바일 앱 방식으로 일반 사용자에게 제공되며, 실제 위성영상정보 분석 처리 공정은 클라우드 컴퓨팅 환경에서 수행되도록 설계하였다.

OpenStack 개요

OpenStack은 오픈소스 클라우드 플랫폼 중에 하나로, NASA와 Rackspace(<http://www.rackspace.com/cloud/>)가 주축이 되어 시작된 프로젝트이며, 현재는 OpenStack Foundation에서 관리하고 있다. OpenStack은 주로 Ubuntu, RHEL(Red Hat Enterprise Linux), Fedora, OpenSUSE, CentOS와 같이 주로 리눅스 운영체제에서 작동되며, 단일노드, 두 개의 노드, 다중 노드 등과 같은 방식으로 설치 및 운영이 가능하다. 한편, OpenStack의 소스 코드들은 주로 Python으로 작성되어 있고, 아파치 라이선스 2.0으로 배포되고 있다 (OpenStack, 2013).

2013년 4월에 발표된 OpenStack의 Grizzly 버전은 내부 구성 요소로 Identity, Network, Compute, Image, Object Storage, Block Storage, Dashboard 서비스가 서로 연계되어 작동된다. Identity 서비스는 사용자 관리와 서비스 카탈로그 기능 등을 제공하는 서비스로 Keystone이라는 코드 이름을 가지고 있다. 이 서비스를 통해서 OpenStack 서비스들의 통합 인증 처리 공정이 이루어진다. Dashboard 서비스는 Horizon이라 불리는 코드 이름으로 불리고, 프론트 엔드(front-end)에서 관리자나, 사용자에게 구축된 클라우드 컴퓨팅 환경의 관리하거나 사용하는데 필요한 기능을 웹 페이지를 통해 제공한다. 예를 들어 인스턴스 생성 및 삭제, 네트워크 구성, 가상 이미지 등록, 스토리지 생성 및 삭제 등과 같은 기능을 커맨드라인 명

령어를 통해서 처리하는 것이 아닌, 웹 페이지에서 마우스와 간단한 키보드 입력만으로 가능하도록 해준다. Compute 서비스는 Nova라는 코드 이름을 가지고 있고, 인스턴스들을 제어, 관리 및 운영하는 서비스이다. Nova는 KVM(Kernel-based Virtual Machine), Xen, QEMU, LXC(LinuX Containers) 등의 하이퍼바이저(hypervisor)를 지원하고 이러한 하이퍼바이저를 통해서 하드웨어 자원들을 가상화하고, 운영할 수 있다. Image 서비스는 Glance라는 코드 이름을 가지며 가상 머신 이미지들을 저장, 관리 할 수 있는 서비스이다. 지원하는 가상 머신 이미지들의 파일 포맷은 RAW, QCOW2(QEMU Copy-On-Write version 2), VDI(Virtual Disk Image), VHD(Virtual Hard Disk), AMI(Amazon Machine Image), AKI(Amazon Kernel Image), ARI(Amazon Ramdisk Image) 등이 있고, 가상 머신 이미지를 등록함으로써, 인스턴스 생성 시에 활용 할 수 있다.

저장 구조는 크게 Object Storage, Block Storage, File Storage의 세 가지 유형으로 구분되어 있다. OpenStack의 Swift는 Object Storage를 서비스 할 수 있고, Amazon S3와 유사하다. OpenStack에서 Block Storage 서비스는 Cinder라는 코드 이름을 가지며, Compute 서비스에게 인스턴스에 독립적이며 지속성을 가지고 있는 볼륨(volume)을 제공해 준다. 이것은 Amazon EBS(Elastic Block Store)와 유사하다. OpenStack에서 파일 저장 서비스는 2013년 9월 현재 공식적으로 직접 지원하고 있지 않지만 OpenStack은 유연한 서비스 구축이 가능하기 때문에, 앞서 말한 Swift나 Cinder를 반드시 사용하지 않더라도, 다른 스토리지 관련 오픈소스를 통해서 Object, Block, File Storage Service를 제공하는 것이 가능하다. 네트워크 서비스는 Neutron이라는 코드 이름을 가지며, 네트워크, IP 주소를 운영, 관리한다. 또한 Compute 서비스에 가상 네트워크 연결을 제공하는 서비스이다.

OpenStack을 사용함으로써 상용 클라우드

컴퓨팅 서비스를 사용하지 않더라도, 누구나 공개(public) 또는 비공개(private) 클라우드 컴퓨팅 환경을 구축 및 활용하는 것이 가능하다. OpenStack 이외에도 여러 오픈소스 클라우드 플랫폼이 있지만, 이번 연구에서는 OpenStack 기반의 비공개 클라우드 컴퓨팅 환경을 구축하였다.

위성영상정보 분석처리 서비스 설계

이번 연구에서 구축된 위성영상정보 분석처리 서비스의 개발 및 운영 환경은 표 1과 같이 크게 클라우드 컴퓨팅, 서버 인스턴스, 모바일 앱, 웹 서비스로 이루어진다. 이 연구에서 적용된 비공개 클라우드 컴퓨팅 환경은 OpenStack을 Ubuntu 운영체제 위에서 다중 노드 방식으로 Control 노드 1대, Network 노드 1대, Compute 노드 3대를 사용하여 구축하였다.

서버 인스턴스는 클라우드 컴퓨팅 환경에서 생성한 인스턴스로 실제 위성영상정보 분석처리 서비스 기능을 제공하기 위하여 아래와 같

은 몇 가지의 오픈소스를 추가로 사용하였다. 위성영상정보 분석처리 알고리즘과 처리 기능은 Kang *et al.*(2012)과 Lee and Kang (2013)의 경우와 같이 OTB(Orfeo Tool Box)에서 제공되는 오픈소스 위성영상 분석 함수들을 사용하였고, 위성영상정보에 대한 기본 정보 수집, 변환, 분할 저장을 위해서 GDAL (Geospatial Data Abstraction Library)을 사용하였다. 한편 오픈소스 데이터베이스인 MongoDB는 사용자의 로그인, 회원 가입, 데이터 관리 등과 같은 작업을 위하여 사용하였다. 이밖에도 Python 스크립트와 MongoDB를 연계하기 위해서 PyMongo 라이브러리, Apache 웹 서버 등을 사용하였다. 모바일 앱은 iOS 7.0 SDK와 Route-me, AFNetworking 등의 라이브러리를 사용하였다. 웹 서비스는 jQuery 등을 사용하여 개발하였다. 운영 및 개발 환경에서 사용된 오픈소스 중 GitHub에서 제공하는 대부분의 오픈소스는 2013년 8월 5일 기준 최신 버전을 사용하였다.

그림 1은 OpenStack 플랫폼과 내부 구성 서

TABLE 1. Operation and development environments

		Environment	Version
Cloud Computing	Cloud Installation and Operation	OpenStack	Grizzly (Release April 2013)
		Operating System	Ubuntu 12.04 LTS
	Server Instance	MongoDB	2.4.6
		GDAL	1.8.1
		PyMongo	2.5.2
		Apache Web Server	2.2.22
		ElementTree	1.2.7
		OTB(Orfeo Toolbox)	3.18.0
		Python	2.7.3
		PHP	5
Client	Operating System	Operating System	Ubuntu 12.04 LTS
		Operating System, SDK	iOS 7.0
	Mobile App	route-me	latest version in GitHub
		AFNetworking	latest version in GitHub
		LGViewHUD	latest version in GitHub
		SWRevealView	latest version in GitHub
	Web Service	JQuery	2.0.3
		Nprogress	latest version in GitHub
		jQuery Plugin: File Upload	latest version in GitHub
		jQuery Plugin: Treeview	1.4.1

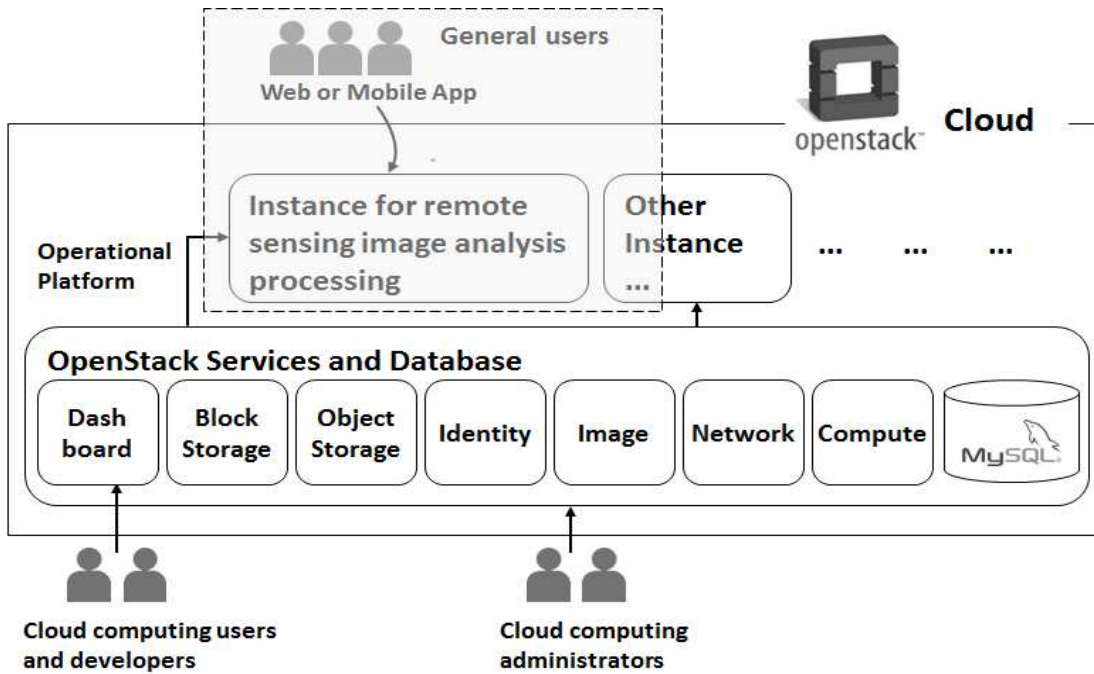


FIGURE 1. Relation between OpenStack, instances and various actors applied in this study

비스, 인스턴스 생성, 서비스 관련 사용자들의 관계를 도식한 것이다. 클라우드 컴퓨팅 관리자는 OpenStack 서비스들에 직접 접근하거나 Dashboard에 접근하여 클라우드 컴퓨팅 환경을 운영 및 관리하고, 클라우드 컴퓨팅 사용자 혹은 개발자는 Dashboard에만 접근하여 인스턴스 생성 및 삭제 등의 기능을 사용한다. OpenStack의 여러 서비스를 기반으로 생성 및 관리되는 인스턴스는 목적에 맞게 활용 할 수 있다. 이러한 인스턴스는 웹과 모바일 앱과 연계되어 위성영상정보 분석처리 서비스를 사용자에게 제공한다.

그림 2는 그림 1에 표시된 ‘instance for remote sensing image analysis processing’ 부분과 웹 서비스 그리고 모바일 앱을 상세하게 나타낸 것으로써, 구현한 위성영상정보 분석 처리 서비스의 시스템 구성도와 처리 흐름을 통합적으로 나타낸 것이다. 클라우드 컴퓨팅 환경에서 생성된 서버 인스턴스는 8개의 vCore와 메모리 8GB, 하드디스크 160GB 정도의 컴

퓨팅 성능을 가진다. 서버 인스턴스는 내부적으로 2개의 작은 시스템과, 공통 모듈, 데이터베이스, 몇 개의 스토리지로 구성되고, 각 구성요소의 연계를 통해 클라이언트 요청에 대한 처리, 위성영상정보 분석처리 수행, 분할저장, 데이터베이스 관련 처리, XML 생성 및 갱신 등과 같은 처리를 수행한다. 한편, 웹 서비스는 사용자가 보유한 위성영상정보와 메타데이터를 서버로 업로드 할 수 있는 기능과 업로드해 둔 위성영상정보를 공유하거나 삭제, 미리 보기와 같은 기능을 제공한다. 위성영상정보를 공유하는 버튼을 클릭하는 경우 서버에서는 저장된 위성영상정보를 분할 저장하고, 데이터베이스를 업데이트하여 모바일 앱에서 검색이 가능하도록 처리한다. 모바일 앱에서는 공유된 위성영상정보를 검색하여 시각화할 수 있고, 메타데이터를 확인하는 기능도 제공된다. 또한 위성영상정보를 실시간 분석할 수 있고, 처리 결과 또한 즉시 확인이 가능하다.

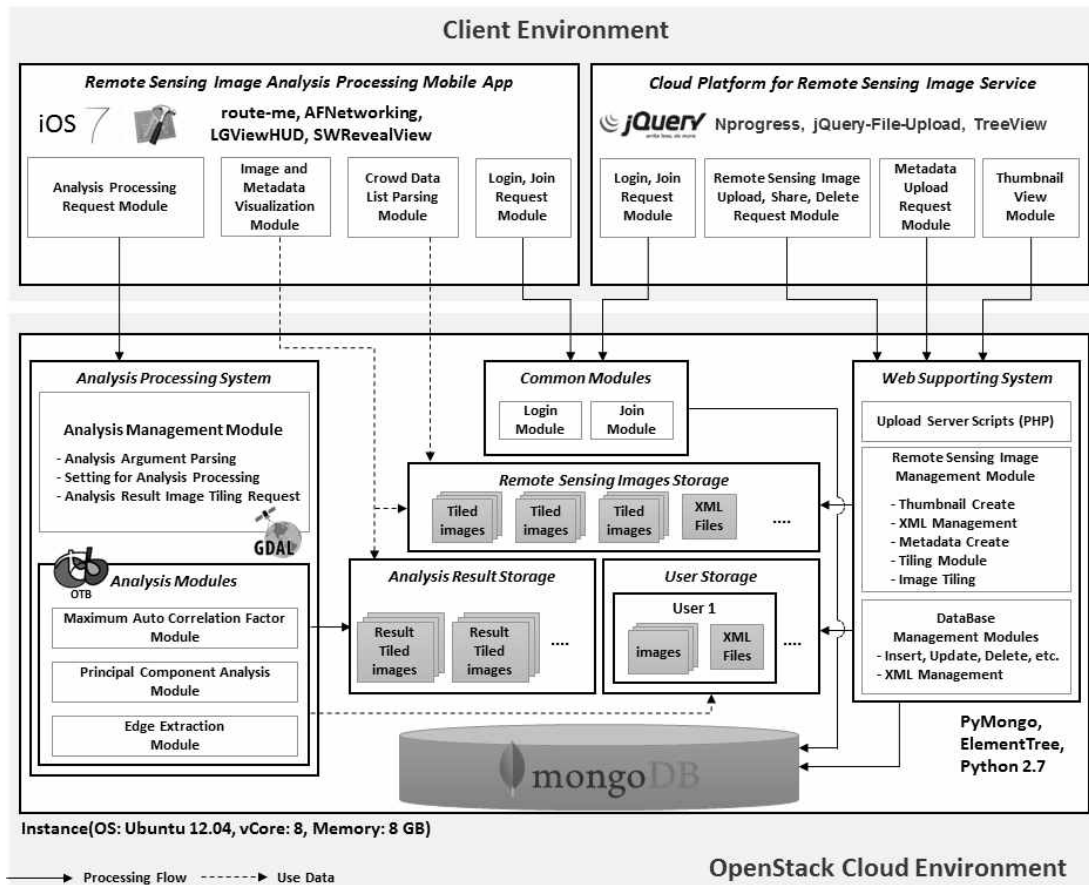


FIGURE 2. System components and schematic procedures to generate cloud instance for remote sensing image analysis processing

시험 구현 결과

이번 연구에서 시험 구현한 클라우드 컴퓨팅 서비스의 적용 시나리오는 다음과 같이 간단한 모델을 대상으로 하고 있으며, 추가 기능이나 사용자 요구 항목의 추가 수정은 실제 목표 서비스의 설계 과정에서 가능하다. 먼저, 서비스의 운영 주체는 위성영상정보 또는 파생 콘텐츠 정보를 수집하거나 보유하고 이러한 정보의 서비스를 제공하려는 기관으로 설정하였고, 서비스 사용자는 위성영상정보 전문가와 위성영상정보처리 실습을 하고자 하는 학생 또는 일반인을 대상으로 하였다. 운영주체는 클라우드

컴퓨팅 환경에서 운영되는 웹 서비스에 접근하여 위성영상정보 업로드, 삭제 등의 기능을 통해, 서비스 사용자가 모바일 앱에서 위성영상정보를 검색하거나 분석할 수 있는 준비 과정을 처리한다. 사용자는 모바일 앱에 접근하여 운영 주체가 올려둔 위성영상정보를 검색해서 시각화하고, 자신의 이용 목적에 따라 필요한 함수를 호출하여 사용자 인터페이스를 통하여 간단하게 분석하거나 실습한다.

그림 3은 구축된 클라우드 컴퓨팅 환경의 정상작동 테스트를 위해 Dashboard에서 여러 개의 인스턴스들을 생성하고 IP(Internet Protocol)를 할당한 화면과, 터미널(terminal)

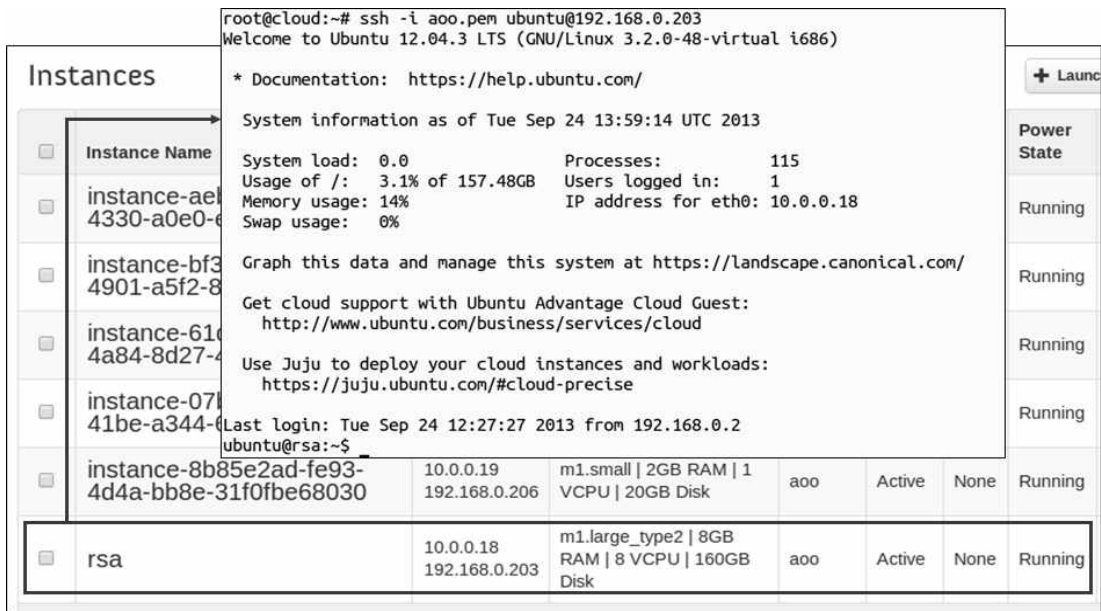


FIGURE 3. An example of OpenStack dashboard status for instance testing

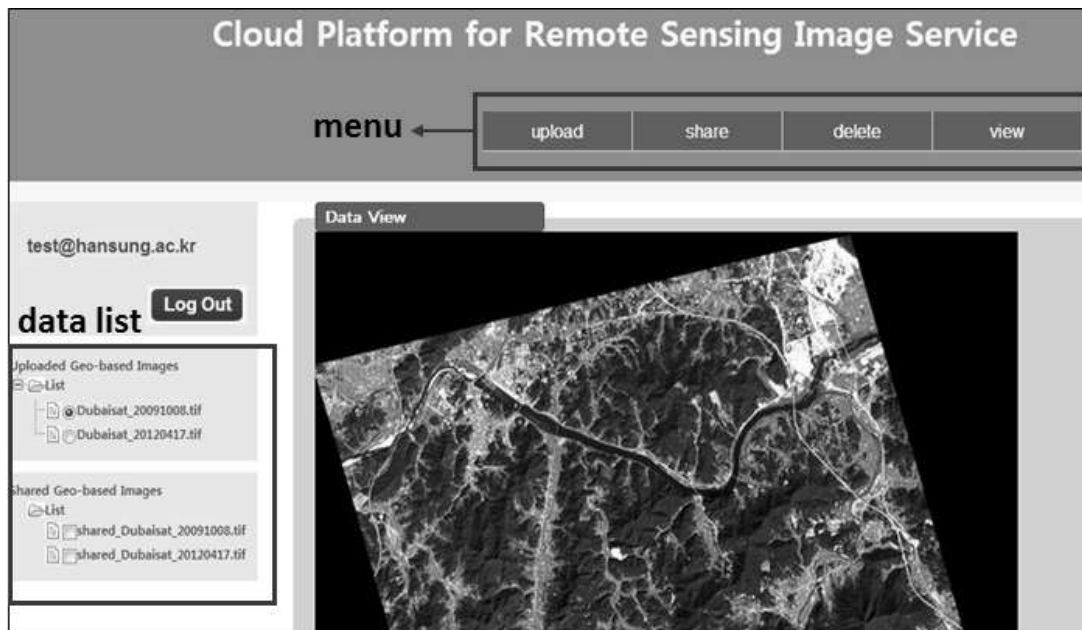


FIGURE 4. Menu systems for web users in the OpenStack cloud platform

에서 Secure Shell(SSH)을 통해 rsa라는 인스턴스 이름을 가진 서버에 접속한 화면을 나

타낸다. 그림 4는 웹 서비스에 접근하여 로그인, 위성영상정보를 업로드 및 공유한 상태에서

메타데이터 요소인 Thumbnail 영상정보를 시각화한 화면을 나타낸다.

그림 5는 구현한 모바일 앱에 사용자가 로그인하여 사용할 수 있는 사용자 인터페이스를 나타낸 것이다. 주 메뉴는 왼쪽 슬라이드 메뉴로, 웹 서비스를 통해 공유된 데이터를 검색할 수 있고, 검색된 데이터를 선택함으로써 메타데

이터 정보를 확인 할 수 있다. 또한 주 메뉴 가장 하단에 있는 분석(analysis) 메뉴를 선택하면, 위성영상정보가 시각화되고, 오른쪽 상단에 있는 버튼을 통해서, 시각화되는 위성영상정보를 변경하거나, 앱 화면에 시각화되고 있는 지역에 대한 위성영상정보 분석처리를 서버에 요청할 수 있다. 분석 기능으로 현재는 MAF

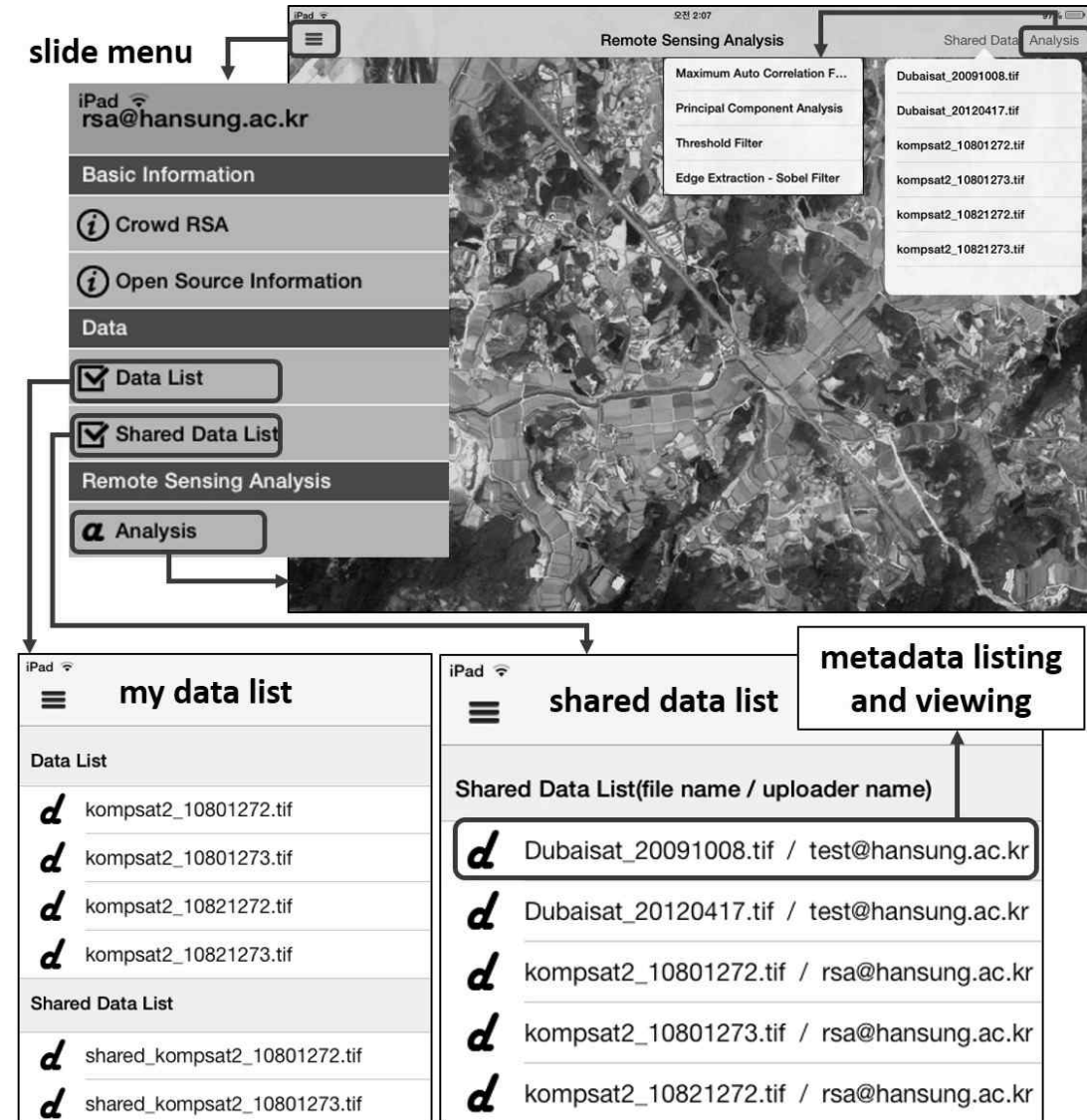


FIGURE 5. Implementation result of mobile app for geo-based image analysis in the cloud environment

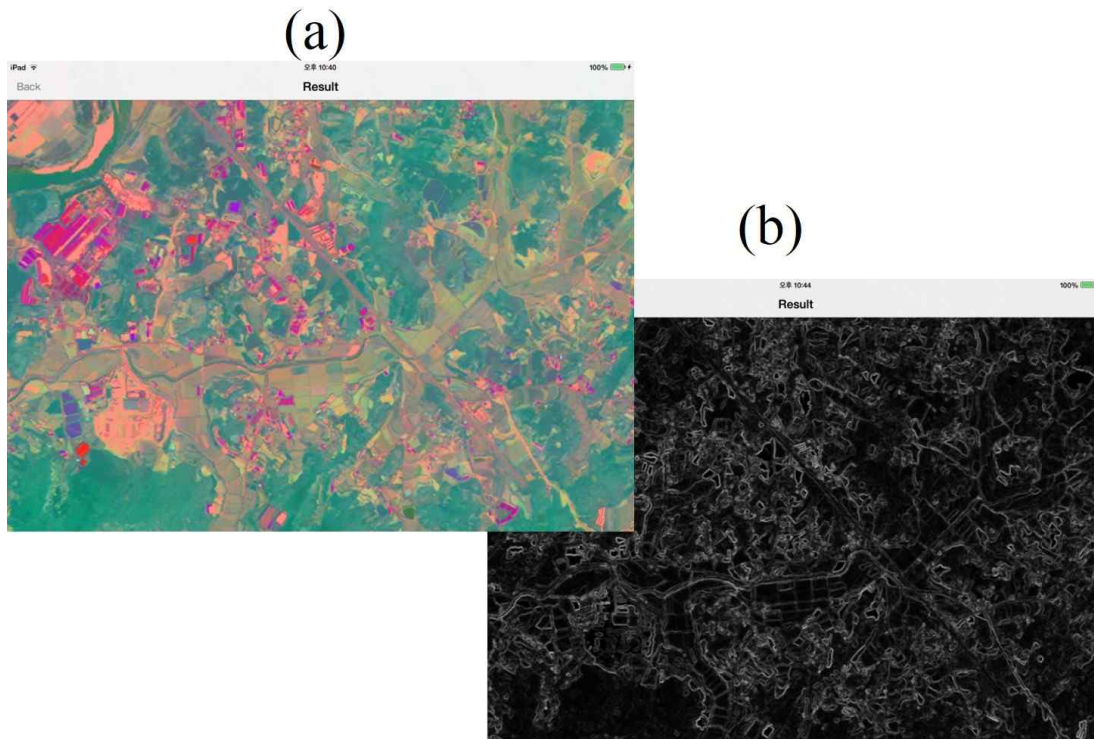


FIGURE 6. Example of analysis results: (a) The color composite image with the first MAF component, second MAF component, and third MAF component colored red, green, and blue, respectively, and (b) Edge extraction sobel filtering

(Maximum Auto Correlation Factor), 주성분 분석, 필터링 등 몇 가지만 제공하고 있으나 사용자 요구사항이 있거나 목표 시스템이 정해진 경우에는 각각 요구에 부합되는 다양한 오픈소스 영상처리 알고리즘을 추가할 수 있다.

여기서 MAF는 Nielsen(2011)에 의하여 제안된 영상처리 알고리즘으로 주성분분석(Principal Component Analysis: PCA)에 기반하여 자기상관계수를 최대화하는 영역을 공간상에서 파악할 수 있도록 하는 기법이다. OTB에서 제공하는 관련 함수들은 MAF 처리 과정을 통하여 각 성분 별 분해 영상(Decomposition Image)을 추출하고 각 성분 영상을 색 합성하여 결과를 분석할 수 있도록 한다.

그림 6(a)와 (b)는 각각 MAF 처리 결과와

경계선 추출을 위한 소벨 필터링 결과를 나타내었고, 처리 결과 중 MAF는 Lee and Kang(2013)의 연구에서 AWS EC2 환경을 기반으로 처리한 결과와 동일한 컬러 합성 처리 결과를 보여준다. 공간 상관도가 일정하게 특징적인 값을 보이는 지역은 주변과 다른 색상으로 표현됨을 볼 수 있다.

결론

최근 국제적으로 클라우드 컴퓨팅 서비스는 다양한 응용 분야의 개발과 개발 성과에 대한 실무 적용이 증가하고 있고 기존의 응용 서비스를 대체하는 경제적 이점과 확장 용이성에 따른 잠재적 발전 가능성을 높게 평가받는 기술 분야로 인식되고 있다. 또한 이러한 클라우드 기반 응용 서비스도 중요하지만 클라우드

컴퓨팅 기술 자체가 모바일, 빅데이터 등과 같은 트렌드를 구현하고 실질적으로 활성화되기 위한 직접적 연계성이 있기 때문에 관련 기술 요소는 계속 개발되고 있으며 새로운 적용 사례의 개발과 실험 연구가 계속 진행되고 있다. 그러나 우리나라의 경우는 전반적으로 클라우드 플랫폼 기반 서비스 구축과 가용 비율이 상당히 낮은 편이다. 이는 아직까지 사용자 입장에서는 정보 자원의 공유와 재 사용 또는 공동 운영 보다는 소유와 독자적 운영을 선호하는 성향에 기인하는 것으로 보인다.

공간정보 분야에서는 국내외를 막론하고 아직까지 클라우드 기반 연구나 기술 개발은 초기 실험 수준이며 적용 사례 연구의 경우도 많지 않다. 이번 연구는 원격탐사 분야의 모바일 클라우드 컴퓨팅 응용 사례를 구현하는 것이 목표이다. 이를 위하여 오픈소스 클라우드 플랫폼 중에 하나인 OpenStack을 기반으로 클라우드 컴퓨팅 환경을 구축하고 위성영상정보 분석처리를 위한 시험적인 응용 서비스 모델의 기본 구조를 설계한 뒤, 다양한 요소 기술과 추가적인 오픈소스를 이용하여 순수하게 오픈소스 기반의 클라우드 응용 서비스를 구현하였다. 위성영상정보 분석처리 서비스는 클라우드 컴퓨팅 환경에서 생성한 서버 인스턴스와 모바일 앱, 웹 서비스로 나뉘고, 각각의 서비스에서 제공되는 기능을 통해 위성영상정보를 업로드, 공유, 삭제, 검색, 분석처리가 가능하다. 이는 기존 Google Map과 같은 대형 포털 서비스에서 제공되는 지도 서비스와는 차별화된 기능이며, 개인 사용자 또는 위성정보 콘텐츠를 다루는 기관이 보유한 위성영상정보를 공유하고, 실시간으로 모바일 상에서 활용할 수 있다는 점이 주요 특징이라고 할 수 있다. 향후 연구로, 생성 객체의 저장 서비스와 직접적으로 연계되는 위성영상정보 관리, 사용자 요구분석을 통한 분석처리 알고리즘 추가, 다양한 출처와 유형을 갖는 공간정보의 연계, 세부적인 기능 개선 및 시스템 안정성 성능 평가 연구 등이 필요하다.

감사의 글

본 연구는 한성대학교 교내연구비 지원과제임. **KAGIS**

REFERENCES

- Almeer, M.H. 2012. Cloud hadoop map reduce for remote sensing image analysis. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences* 3:637-644.
- Barnatt, C. (Yoon, S.H. and K.H. Lee translation) 2011. *A Brief Guide to Cloud Computing*. Miraebook, 312pp (크리스토퍼 버넷 (윤성호, 이경환 옮김). 2011. 클라우드 컴퓨팅 당신이 알고 있는 컴퓨터의 시대는 끝났다. 미래의창, 312쪽).
- Jeong, U.J., D.J. Kang and S.I. Jung. 2011. Trend of open source sw-based cloud computing technology. *Electronics and Telecommunications Trends* 26(5): 43-54 (정의정, 강동재, 정성인. 2011. 공개 SW기반 클라우드 기술 현황, 전자통신동향분석 26(5):43-54).
- Kang, S.G., K.W. Lee and Y.S. Kim. 2012. Preliminary performance testing of geo-spatial image parallel processing in the mobile cloud computing service. *Korean Journal of Remote Sensing* 28(4):467-475 (강상구, 이기원, 김용승. 2012. 모바일 클라우드 컴퓨팅 서비스를 위한 위성영상 병렬 정보처리 성능 예비실험. 대한원격탐사학회지 28(4):467-475).
- Kim, K.S. and K.W. Lee. 2012. Overlay rendering of multiple geo-based images using WebGL blending technique. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 15(4):

- 104-113 (김광섭, 이기원. 2012. WebGL 블렌딩 기법을 이용한 다중 공간영상정보 중첩 가시화. 한국지리정보학회지 15(4):104-113).
- Kim, K.S., S.G. Kang and K.W. Lee. 2013. Geo-based image blending in a mobile cloud environment. *Remote Sensing Letters* 4(11):1117-1126.
- Lance A. 2012. Comparing open source private cloud (IaaS) platforms. [http://cdn.oreillystatic.com/en/assets/1/event/80/Comparing Open Source Private Cloud Platforms Presentation.pdf](http://cdn.oreillystatic.com/en/assets/1/event/80/Comparing%20Open%20Source%20Private%20Cloud%20Platforms%20Presentation.pdf).
- Lee, K.W. and S.G. Kang. 2013. Mobile cloud service of geo-based image processing functions: a test iPad implementation. *Remote Sensing Letters* 4(9):910-919. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/2150704X.2013.810821>.
- Lim, Y.J., S.K. Baek, S.I. Jung and H.S. Won. 2013. Cloud & big data for the smart internet services. Korea Communications Agency PM Issue Report 2013 3(1):1-34 (임용재, 백선경, 정성인, 원희선. 2013. 스마트인터넷 서비스를 위한 클라우드와 빅데이터. 한국방송통신전파진흥원 PM Issue Report 2013 3(1):1-34).
- Nielsen, A.A. 2011. Kernel maximum autocorrelation factor and minimum noise fraction transformations. *IEEE Transactions on Image Processing* 20: 612-624.
- NIPA. 2013. ICP Spot Issue, August 2013. 24pp (정보통신산업진흥원. 2013. ICT Spot Issue, 2013년 8월, 24쪽).
- OpenStack. 2013. OpenStack community welcome guide. <http://www.openstack.org/assets/welcome-guide/OpenStackWelcomeGuide.pdf>.
- Yang, C., Y. Xu and D. Nebert. 2013. Redefining the possibility of digital Earth and geosciences with spatial cloud computing. *International Journal of Digital Earth* 6:297-312.
- Yue, P., H. Zhou, J. Gong and L. Hu. 2013. Geoprocessing in cloud computing platforms- a comparative analysis. *International Journal of Digital Earth* 6:404-425. **KAGIS**