Korean Journal of Remote Sensing, Vol.26, No.5, 2010, pp.561~570

위성영상정보 분석을 위한 안드로이드 스마트폰 앱 개발

강상구 · 이기원†

한성대학교 정보시스템공학과

Development of Android Smart Phone App for Analysis of Remote Sensing Images

Sanggoo Kang and Kiwon Lee†

Dept. of Information Systems Engineering, Hansung University

Abstract : The purpose of this study is to develop an Android smartphone app providing analysis capabilities of remote sensing images, by using mobile browsing open sources of gvSIG, open source remote sensing software of OTB and open source DBMS of PostgreSQL. In this app, five kinds of remote sensing algorithms for filtering, segmentation, or classification are implemented, and the processed results are also stored and managed in image database to retrieve. Smartphone users can easily use their functions through graphical user interfaces of app which are internally linked to application server for image analysis processing and external DBMS. As well, a practical tiling method for smartphone environments is implemented to reduce delay time between user's requests and its processing server responses. Till now, most apps for remotely sensed image data sets are mainly concerned to image visualization, distinguished from this approach providing analysis capabilities. As the smartphone apps with remote sensing analysis functions for general users and experts are widely utilizing, remote sensing images are regarded as information resources being capable of producing actual mobile contents, not potential resources. It is expected that this study could trigger off the technological progresses and other unique attempts to develop the variety of smartphone apps for remote sensing images.

Key Words : Smartphone, Open Source, Remote Sensing Images, App, gvSIG, OTB.

요약 : 본 연구에서는 안드로이드 스마트폰 상에서 위성영상정보 분석처리 기능과 공간정보 브라우징 기능을 지원하는 오픈 소스를 활용한 앱 개발을 수행하였다. 본 연구에서 개발한 앱에서 제공하는 분석 기능으로 OTB 오픈소스를 기반으로 하는 필터링, 분할, 분류 등과 같은 5 가지 알고리즘을 시험적으로 구현하였다. 한편 처리된 결과는 데이터베이스에서 저장, 관리되도록 하여 사용자가 처리한 결과를 필요할 때마다 재생할 수 있도록 하였다. 따라서 안드로이드 스마트폰 사용자는 간단한 인터페이스를 통하여 위성영상을 분석하고 가공할 수 있고, 내부적으로는 데이터베이스와 영상 분석 기능을 처리하는 어플리케이션 서버 등과의 연계처리 과정이 수행되도록 하였다. 한편 스마트폰 단말기 환경에 맞추어 처리 대상이 되는 영상정보에 대하여 사용자 요청과 어플리케이션 서버의 반응 사이에서 발생할 수 있는 시간 지연을 방지하는 처리 방법을 구현하였다. 현재까지 위성영상정보를 다루는 대부분의 스마트폰 앱이 주로 가시화에 주안점을 두고 있

접수일(2010년 9월 30일), 수정일(1차 : 2010년 10월 18일), 게재확정일(2010년 10월 26일).

† 교신저자: 이기원(kilee@hansung.ac.kr)

는 반면에, 본 연구에서 개발된 앱은 영상분석 기능을 제공하므로 기존의 앱과 차별화된다. 향후 보다 실무적이고 효과적인 분석 알고리즘을 처리하는 앱이 개발되고 일반인 뿐 만아니라 전문가가 이를 사용하게 되면 원격탐사자료가 잠재적 가능성이 있는 모바일 콘텐츠 자원이 아닌 실질적인 콘텐츠 생산 자원으로 인식될 수 있다. 본 연구가 향후 위성영상정보 분석 기능을 제공하는 앱 개발을 위한 독창적인 시도와 기술적 발전을 촉진하는 시발점이 될 수 있기를 기대한다.

1. 서 론

일반인들은 구글의 Google Earth나 다음커뮤니케이션(Daum)의 지도 포털인 스카이 뷰(Sky view)등과 같은 간단한 뷰어를 이용하여 관심지역의 위성영상정보와 항공사진을 볼 수 있다. 이러한 서비스는 일반인 누구나 무상으로 웹 상에서 간단한 작동만으로도 위성영상정보와 항공사진에서 보여지는 현장감있는 지역의 상태를 확인할 수 있다는 점과 GPS나 POI(Point of Interests) 위치정보 등과 연계하여 다양한 지도정보의 응용이 가능하게 한다는 점에서 잠재적인 중요 콘텐츠로 간주되고 있다. 더군다나 2000년대 후반이후 정보통신 분야의 트랜드로 각광받고 있는 스마트폰에 대한 산업계의 투자와 관련 기술의 발전은 일반인들 입장에서는 기존에 존재하지 않는 새로운 모바일 어플리케이션에 대한 기대를 증가시키는 데 크게 기여하고 있다. 따라서 인터넷 웹의 검색 포털에서 제공하는 지도정보 서비스가 중요한 어플리케이션으로 인식되고 있듯이, 스마트폰에서의 지도정보 관련 콘텐츠 제공 서비스의 경우에도 상당한 시장 파급력을 가지고 있다.

그러나 실제 위성영상정보나 사진영상자료를 처리하는 입장에서 보면 단순한 시각적 가시화 기능을 위주로 하여 대중적 관심을 끌고 있는 이러한 서비스가 위성영상정보나 항공사진영상의 실질적인 가치와 실무적 활용 가능성을 제대로 전달하고 있다고 하기에는 부족한 부분이 있다.

한편 대부분의 웹 기반 지도정보 서비스에서는 주로 제공되는 데이터 형식이나 이와 관련된 콘텐츠 품질에 보다 주안점을 두고 있다. 물론 무선 웹으로 상호 연동이 되기 때문에 굳이 웹 기반 서비스와 휴대폰에서 운용되는 서비스를 구분하는 것이 크게 의미는 없을 수 있지만, 휴대폰에서의 지도정보 서비스는 위치기반서비스(LBS: Location-based Services)의 범주로 구분하여 웹 기반 지도정보 서비스와 차별화된 시장을 구축하고 있는 상황이다. 2009년 말에 발표된 삼성경제연구소의 분석보고에 의하면 스마트폰 보급이 급격히 확산되고 구글 맵 등의 주요 서비스가 광고와 연계해 무료로 제공됨에 따라 2013년경 스마트폰 이용자의 80%(2009년 23%)가 위치기반서비스를 이용할 것으로 예상한 바 있다. 실제 인터넷 블로그나 시장 현황 분석 사이트 등에 나타난 구글 자료의 따르면 스마트폰용 애플리케이션 중 LBS는 게임 다음으로 일반 사용자에게 인기가 많은 분야라고 보고한 바 있다. 이러한 LBS는 위치정보를 활용해 업무생산성 개선 및 다양한 생활편의를 제공하는 서비스로서, 스마트폰 시장이 확대되면서 위치정보에 이용자 관심 정보를 부가할 수 있도록 하는 개인화 서비스, 증강현실(Augmented Reality), 소셜 네트워크(Social Network)등과 결합되는 독창적이고 고도화된 다양한 서비스가 계속 발표되고 있다. 한편 이러한 서비스들은 모바일용 어플리케이션을 약칭하는 '앱(App)'을 통하여 일반인들이 활용하게 된다.

데이코산업연구소(2010)에서는 현재까지 개발된 대부분의 스마트폰 플랫폼을 비교하면서 오픈 소스 기반으로 앱 개발자들을 위한 개방화 정책을 채택하고, 이동통신사와 단말기 제조사와의 협업을 중시하는 안드로이드(Android)의 잠재성이 가장 높은 것으로 평가한 바 있다. 또한 다양한 위치기반서비스 유형을 정리하면서 관련 시장의 분석 결과로 위치정보와 스마트폰 증강현실 기술과의 연계 가능성이 향후 주요 서비스로 부각될 것이라고 한 바 있다. 그러나 2010년 상반기를 기준으로 이러한 예측 자료에서는 위성영상정보를 검색 포털의 지도정보 서비스와 연계하는 정도로만 언급하거나 다른 콘텐츠의 시각화를 지원하는 영상정보 수준으로만 인식하고 있는 경향이 있다.

모바일 콘텐츠 측면에서 Chang *et al.*(2009)는 광고산업과 관련하여 스마트폰의 발전 가능성을 체계적으로 정리한 바 있고, Taylor(2010)는 교육 분야에서 스마트폰 앱 활용에 대하여 정리한 바 있다. 또한 연구 주제와

관련된 기존 연구로서, West and Mace(2010)는 브라우징 기능을 수행하는 앱 개발의 중요성을 강조한 바 있고, Rafoss *et al.*(2010)은 오픈소스를 이용하여 GPS 장착 휴대폰에서 현장정보와 연계되는 재해관리 프로그램을 개발한 바 있다. 그러나 이러한 기존 앱 개발 사례들에서도 아직까지는 위성영상정보의 분석 기능 제공에 대한 고려 사항은 없다.

이러한 현실 문제에 착안하여 본 연구는 이미 어느 정도 성숙 단계에 있다고 볼 수 있는 위치기반 서비스보다는 위성영상정보의 단순 시각화가 아닌 전문적인 처리 알고리즘을 포함하는 분석 기능을 제공하는 스마트폰 앱의 개발을 시도하였다. 개발 과정에서는 오픈소스 기반 안드로이드 스마트폰에서 구동되는 앱 개발을 목표로 하여 위성영상처리와 스마트폰 공간정보 브라우징을 위한 오픈 소스를 적용하였으며, 오픈 소스외에 스마트폰 환경에 필요한 실무적인 영상정보의 타일링 기법을 적용하였다. 한편 실제 영상정보를 대상으로 하여 개발된 앱의 처리 결과를 예시하고 향후 적용 가능성을 살펴보고자 하였다.

2. 안드로이드 플랫폼과 gvSIG Mini 개요

안드로이드 플랫폼은 기본적인 런타임 핵심 라이브러리와 함께 미디어 프레임워크, SQLite, OpenGL ES, SGL, SSL, Free Type, Web Kit 등과 같은 표준 라이브러리를 제공한다. 한편 어플리케이션 프레임워크로는 Activity Manager, Window Manager, Concept Provider, View System, Notification Manager, Package Manager, Telephony Manager, Resource Manager, Location Manager, XMPP Manager 등을 제공하고 있으며, 개발 도구로는 Android Debugging Bridge, Android Development Tools Plugin, Android Asset Packaging Tool, Android Interface Definition Language 등을 제공하고, QEMU, goldfish 등과 같은 무상 에뮬레이터를 지원하고 있다(데이코산업연구소, 2010).

개발 관점에서 주요 안드로이드 API를 정리하면(류, 2009), 자료저장 및 관리 API, 네트워크 API, 위치기반 서비스 API, 멀티미디어 API, 전화통신 API, 3D 그래픽 API와 추가 하드웨어 API 등으로 구분할 수 있다. 자료저장 및 관리 API에서는 선호하는 응용 프로그램 설정, 파일 및 디렉토리 다루기, 콘텐츠 제공자를 통한 응용 프로그램간 자료 공유, 커스텀 사용자를 위한 응용 프로그램 확장, SQLite 데이터베이스 구조자료 저장과 관련된 자원을 제공한다. 한편 네트워크 API에서는 HTTP를 통한 웹 접근과 웹 브라우징, 위치기반서비스 API에서는 GPS 활용, 위치의 지오코딩, 위치의 지도표시를 제공하며, 멀티미디어 API와 전화통신 API에서는 각각 정지영상처리, 동영상 정보처리, 오디오 정보 처리와 전화통신 편의 기능과 단문 서비스 관련 기능을 지원하고, 3D 그래픽 API에서는 OpenGL ES와의 연계 기능을 제공한다.

gvSIG Mini는 Prodevelop사에서 개발한 스마트폰

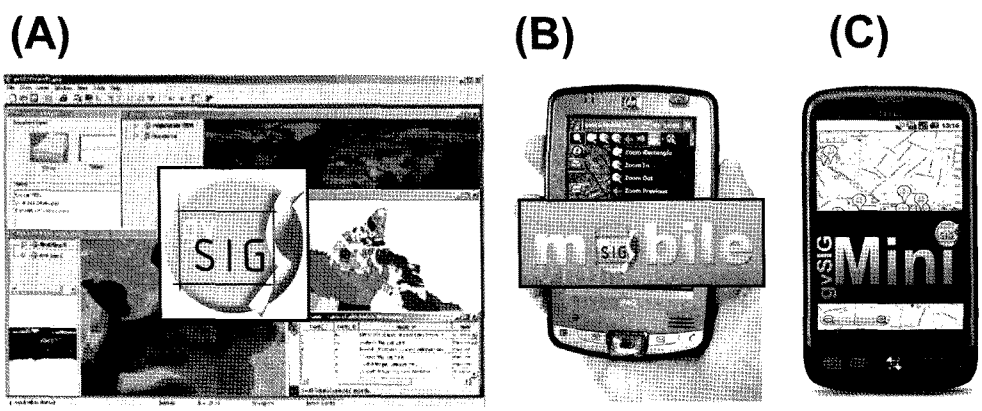

Fig. 1. Types of gvSIG of open source: (A) gvSIG for web mapping, (B) gvSIG Mobile for PDA, (C) gvSIG Mini for smartphone. Pictures and contents are mostly from Carrasco and Romeu (2010) and Del Ray (2010).

에서 구동되는 앱 개발자용 공간정보 브라우저 기능을 수행하도록 설계된 오픈 소스이다. Fig. 1에서 gvSIG Mini 계열의 다른 오픈 소스를 소개한 것으로 gvSIG와 gvSIG Mobile, gvSIG Mini을 제시한 것이다. gvSIG는 개인 PC에서 구동하는 공간정보 처리와 웹 매핑 기능을 제공하는 소프트웨어이며, gvSIG Mobile은 Windows Mobile OS 기반의 PDA용 소프트웨어로서 측량, 공간자료 편집 등의 용도에 적합한 오픈 소스이다. gvSIG Mobile은 벡터와 격자형 자료 구조를 지원하며 gvSIG와는 WMS 형식으로 데이터 통신이 가능하다.

gvSIG Mini를 이용하여 응용할 수 있는 주요 기능은 WMS & WMS-C 클라이언트 처리, 경로 산정, 주소 및 POI 검색, 트위터나 SMS 등과 연계된 위치 공유, GPS 위치 확인, 무선통신망 검색, 네비게이션과 방위 확인, 스트리트 뷰와의 통합 등이 있다. 또한 gvSIG Mini는 자바 개발자를 위하여 별도의 API를 제공하고 있으며, Java ME CLDC 사양을 지원함으로 자바 호환용 스마트폰에서 공간정보 브라우징 기능이 구동된다.

또한 Phone Cache라는 gvSIG 확장 응용 기능을 지원하는 데, 이는 SD 카드와 같은 외부 장치와 스마트폰을 연동하도록 하여 다중 맵 타일 서비스를 가능하도록 하는 기능을 수행한다. 현재 OpenStreetMap, Yahoo, Microsoft Bing, Google Maps, 영국의 Ordnance Survey, 러시아의 Yandex등에서는 gvSIG 오픈 소스를 응용하여 웹이나 스마트폰 기반으로 지도정보를 제공하고 있는 것으로 보고된 바 있다.

3. 기본 설계 및 개발 내용

본 연구는 위성영상과 항공사진을 포함하는 공간영상정보 분석기능을 수행하는 앱 개발을 목표로 하므로 무선 웹 기반 정보 검색이나 가시화를 주로 수행하는 브라우징 앱과는 시스템 구성에 차이가 있다. Fig. 2는 본 연구에서 적용된 데이터 처리 과정과 개발에 적용된 오픈 소스와 각각의 임무 역할을 시스템 구성요소로 구분하여 제시한 것이다.

개발 도구로 이용된 오픈 소스와 운영 환경에 대한 버전은 Table 1에 제시하였다. 이 중에서 gvSIG Mini의 경우에는 초기 버전(0.2.0)을 사용하였으나 2010년 하반기에 발표된 1.0 버전과는 기능상의 차이는 많지 않다.

한편 위성영상 정보처리 및 분석을 위한 기본 엔진으로는 Orfeo Toolbox(OTB)를 적용하였다. OTB는 C++을 이용해서 개발되었고, Orfeo Wrapping을 통하여 Python, Java, Ruby 등과 같은 개발 언어를 지원하므로 어플리케이션 확장성이 우수한 오픈 소스이다

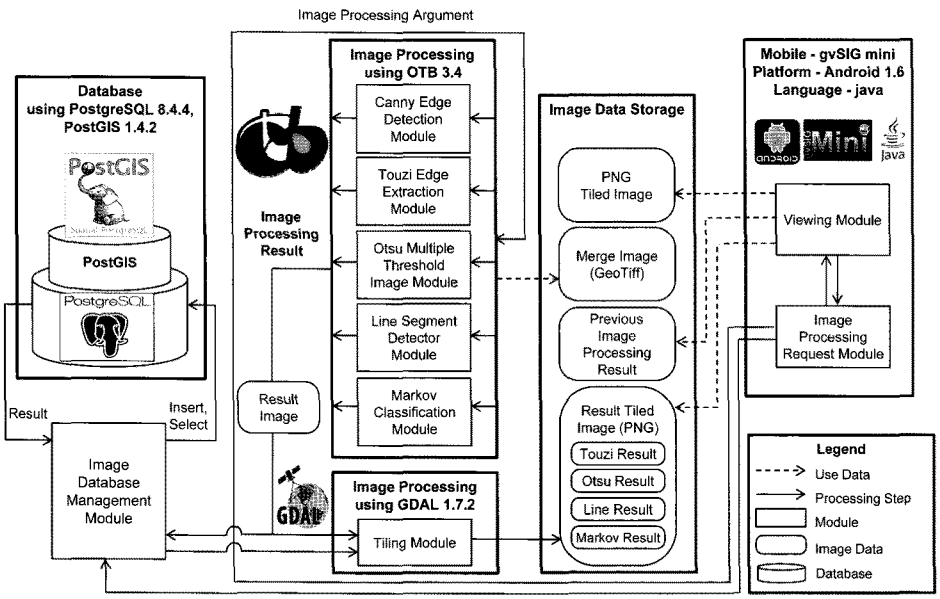

Fig. 2. Processing flow and components within implementation modules using open sources of OTB, GDAL, and gvSIG Mini.

Table 1. Implementation environment applied in this study

	Environment	Version
Server-side	Operating System	Fedora 12
	Orfeo Toolbox	3.4
	GDAL	1.7.2
	PostgreSQL	8.4.4
	PostGIS	1.4.2
	psycopg2	2.2.2
	Apache	2.2.13
	Python	2.6.2
Client-side	Operating System	Android 1.6
	gvSIG Mini	0.2.0
	Java JDK	1.6.0_18

(Guzzonato *et al.* 2010). 공간정보 오픈소스의 발전을 주도하고 있는 FOSS4G(Free and Open Source Software for Geospatial)에서도 OTB를 중요한 위성영상 공간정보 처리 오픈 소스로 간주하고 있다. OTB Development Team(2010)에서 사용자 및 개발자 용 가이드를 제공하고 있으며 저작권이 있는 프로그램이나 소프트웨어와 비교할 때 기능이나 성능 측면에서 큰 차이가 없는 것으로 나타났다(Kang and Lee, 2010(a)). 본 연구에서는 우선적으로 OTB에서 제공하는 영상처리 및 분석 알고리즘 중에서는 5 가지의 내용만 적용하였다. 처리 기법이나 알고리즘의 선정 기준은 비록 주관적이기는 하나 스마트폰의 특성을 고려하여 서버의 연산 처리 속도에 대한 부하가 작고, 전문적인 분석 기능으로 위성영상 분석기능으로 직접 적용이 가능하면서, 스마트폰 사용자 인터페이스에서 직관적인 사용자 입력 변수 설정이 가능한 알고리즘 등으로 정하였다. 이러한 기준을 적용하여 경계선 추출과 관련된 알고리즘으로는 사용자 입력 변수로 각각 Variance 값과 Radius 값을 필요로 하는 Canny Edge Detection과 Touzi Edge Extraction을, 영상 분할(Segmentation) 알고리즘으로는 Region Growing 분석 기법중의 하나인 Otsu Thresholding Segmentation과 별도의 사용자 입력 변수를 요구하지 않는 Line Segmentation을 제공하고자 하였다. 또한 영상 분류 기법으로는 비감독 통계기반 분류 알고리즘인 Markov 분류 알고리즘에 대한 OTB 소스 코드를 적용하였다. Markov 분류 알고리즘은 Lamda, Iteration, Optimizer Temperature, Random Value 등과 같은 4 가지의 입력 변수를 필요로 한다.

한편 Geospatial Data Abstraction Library (GDAL) 오픈 소스는 'Merge Image' 구축과 Tiling Module 구현에 적용하였다.

처리 결과 영상의 저장과 관리를 위한 데이터베이스는 다양한 프로그래밍 언어를 위한 인터페이스를 제공하는 오픈 소스 DBMS인 PostgreSQL/PostGIS를 사용하였고, 본 개발 과정에서는 Python 인터페이스인 psycopg2를 이용하였다. 영상 데이터베이스 구축을 위한 PostgreSQL/PostGIS과 어플리케이션 서버로서 영상 처리 및 분석을 수행하는 OTB 영상 처리 오픈소스를 연계하는 방법은 Kang and Lee(2010(a))의 결과에 기반하였다.

클라이언트 환경으로 사용되는 스마트폰에서는 Viewing Module과 Request Module만을 수행하고, 데이터베이스와 연동되는 어플리케이션 서버에서는 영상처리 및 이미지 타일링, 데이터베이스 트랜잭션 처리 등을 수행한다. 스마트폰 단말기의 기계적 사양이나 컴퓨팅 자원은 CPU 연산, 메모리, 배터리 등에 제한적인 면이 있기 때문에 자료의 크기나 범위가 큰 위성영상 정보처리 및 분석을 수행하기 위해서는 이를 담당하는 어플리케이션 서버가 중요한 역할을 수행한다.

Mobile-Viewing Module에서는 세 가지로 구분한 이미지 데이터 저장소와 연계되어 있다. 개발한 어플리케이션을 실행했을 때, 기본적으로 보이는 영상은 'PNG Tiled Image' 인데, 이는 제공하고자 하는 영상을 PNG 파일 포맷으로 타일링 해 놓은 저장소이고, 사용자가 영상처리를 실시간으로 요구하는 경우는 'Result Tiled Image' 에서, 한편 미리 처리해둔 영상을 보고자 하는 경우에는 'Previous Image Processing Result' 를 통하여 스마트폰 단말기에 표현되는 영상정보를 제공하도록 하였다.

Fig. 3은 사용자가 스마트폰 앱 상에서 하나의 위성영상을 선택하고 이에 대한 분석을 수행하고 결과를 확인한 뒤에, 다음 단계에서 볼 것이라고 예상되는 영상을 자동으로 처리하도록 하는 방법이다. Kang and Lee (2010(b))에서는 스마트폰 화면상에 나타난 부분 영상만을 대상으로 자료 처리가 이루어지는 방식을 적용하였으나, 스마트폰 사용자들은 계속적으로 관심 지역을 변

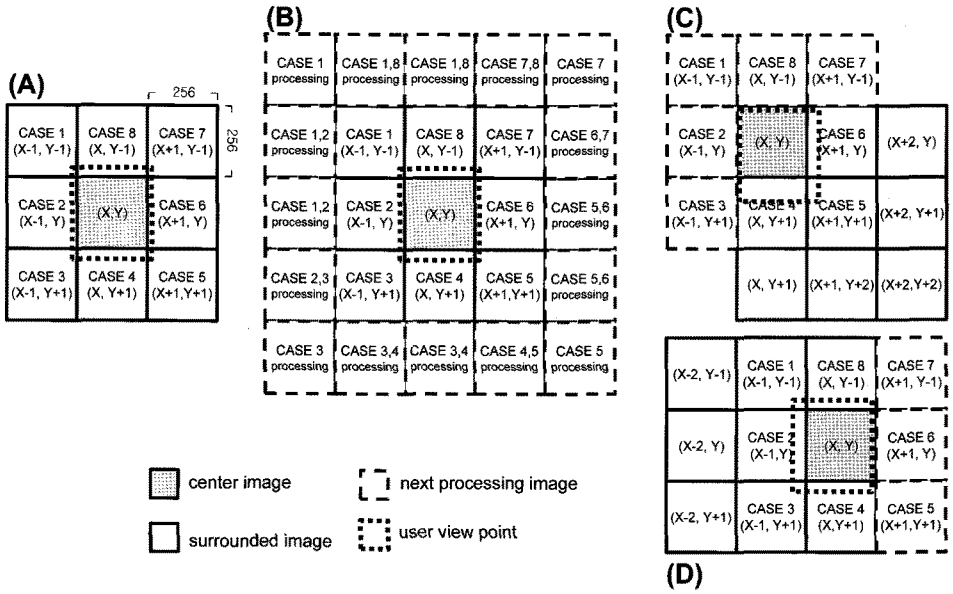

Fig. 3. Image tiling scheme implemented in this study.

경하거나 화면 전환을 하게 되는 경우에는 약간의 처리 시간 지연 현상이 발생할 수 있다. 따라서 이를 해결하기 위한 별도의 타일링 방법이 필요하다.

타일링에 적용되는 영상의 크기는 설정 변경을 통하여 크기를 조절할 수도 있으나 본 연구에서는 256 × 256의 크기로 타일링한 적용 예시를 하고자 한다(Fig. 3(A)). 타일링 영상의 크기를 너무 크게 설정하는 경우에는 알고리즘 연산과 결과 영상의 재생에 추가적인 처리 시간이 소요될 수 있다.

스마트폰의 화면은 타일링된 이미지보다 크기 때문에, 4개 이상의 타일링 영상을 한 번에 보게 된다. 그 중에서도 가장 많은 부분이 보여 지고 있는 영상을 중심 영상으로 정의한다. 이러한 중심 영상으로부터 8 가지 방향으로 이동할 수 있고, 사용자가 영상 이동없이 중심 영상을 확대보기나 축소보기 등을 실행할 수도 있다.

Fig. 3(B)는 기본적인 적용 사례로 어떠한 방향으로 화면을 이동하던지 중심 영상을 둘러싸고 있는 8개의 영상정보는 사용자가 이전에 요청한 분석 알고리즘의 처리 결과를 저장하고 있으므로 사용자는 항상 처리가 완료된 결과 영상을 확인할 수 있다. Fig. 3(C)과 (D)는 사용자가 화면 이동을 하더라도 시간 지연 없이 결과 영상의 재생을 하는 과정을 예시한 것이다. 사용자가 확대보기나 축소보기를 실행하는 경우에도 이러한 방식은 동일하게 적용된다.

본 연구에서는 gvSIG Mini 기반으로 구동되는 앱에서 기존의 gvSIG Mini 메뉴에 영상처리를 실행하는 세 가지 메뉴를 추가하였다(Fig. 4(A)). OTB 엔진과 연동되는 영상처리 메뉴는 'Image Processing'와 'Previous image processing result'와 같이 두 가지로 구분하였다. 전자는 실시간 영상처리를 실행하는 기능이며, 후자는 시스템 구축 시에 미리 처리해둔 영상처리 결과를 볼 수 있도록 하는 기능이다. 또한 데이터베이스에 저장되어 있는 이전에 처리되었던 영상처리 결과를 보기 위해서는 'Database' 메뉴를 이용할 수 있도록 구현하였다. 이 중에서 'Previous image processing result' 메뉴는 사용자가 전문가가 아닌 일반 사용자라고 가정할 때 실행되는 알고리즘에 필요한 변수의 설정이나 처리 과정에 익숙하지 않을 경우를 고려하여 앱에서 제공되는 영상처리 알고리즘별로, 기본적인 사용자 입력 변수를 설정하여 사전에 자료 처리를 수행하고, 이에 구축된 결과를 제시하는 역할을 수행한다. 또한 이 과정에서 처리 대상이 되는 영상이 매우 큰 경우나 영상처리 결과가 변수에 의해서 달라져서 중간 처리 결과 영상이 발생하는 경우 등을 고려하여 사전에 처리된 영상처리 결과를 가지고 있는 데이터 저장소의 크기를 충분히 확보하도록 설정하였다.

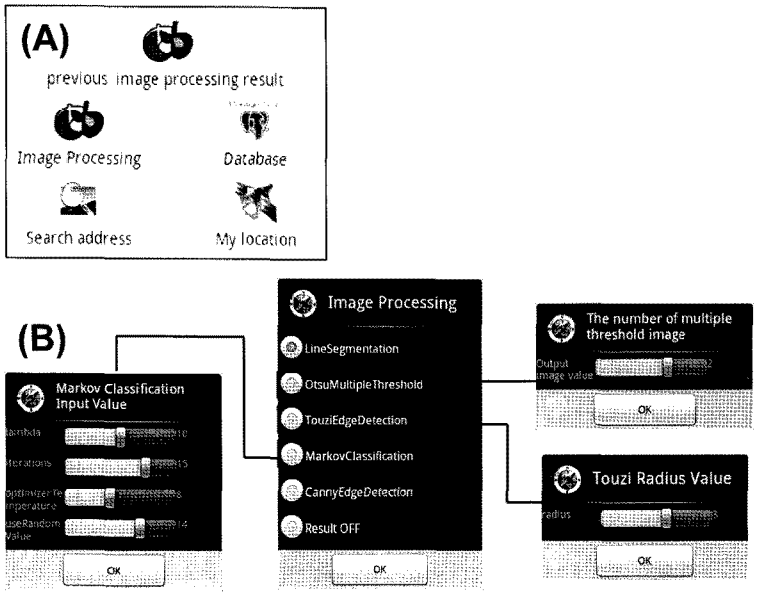

Fig. 4. (A) App menu on gvSIG Mini, (B) 'Image Processing' menu for image processing algorithms: Otsu multiple threshold image number input dialog, Touzi radius value input dialog, Markov lambda, iterations, optimizerTemperature, useRandomValue input dialog.

Fig. 4(B)는 'Image Processing' 메뉴를 선택했을 때, 사용자가 원하는 기능을 선택하거나 처리변수를 입력을 할 수 있도록 하는 다이얼로그 화면이다. 사용자가 선택한 영상처리 알고리즘에 따라 각 기능을 수행하는 다이얼로그가 나타나고 사용자는 영상처리에 필요한 변수 값을 스크롤 바를 통하여 입력하게 된다. 'OK' 버튼을 통해서 서버에 영상처리 알고리즘의 실행을 요구하면 사용자가 보고 있는 화면에서 가장 많은 부분을 차지하는 구역을 타일링을 위한 중심영상으로 설정하고, 중심영상을 둘러싸고 있는 주변 8개의 같은 크기를 갖는 타일링 영상을 포함하여 전체 9개의 타일 영상자료를 병합한 하나의 입력 영상이 자동으로 설정되고, 어플리케이션 서버에서는 이 영상을 대상으로 사용자가 요청한 영상분석 처리를 진행한다. 9개의 타일 영상을 이용하는 이유는 사용자가 화면 이동을 하여도 처리 결과를 계속 확인할 수 있도록 하기 위함이다. 이를 통하여 어플리케이션 서버에서 지속적으로 영상 분석이 계속 진행되더라도 스마트폰 사용자는 거의 실시간으로 결과영상을 확인하고 재생할 수 있다.

'Image Processing' 메뉴를 통해서 영상처리 프로세싱을 마친 후 데이터베이스에 영상처리 프로세싱 결과를 입력하는 작업을 수행한다. 데이터베이스에 총 7가지의 데이터(id(int), name(string), depth(int), ixp(int), iyp(int), ipn(int), img(bytea))를 저장하게 되고, 이 데이터들은 사용자가 데이터베이스로부터 처리 결과를 불러와서 디스플레이 하는데 필요한 정보로 구성되어 있다. 본 연구에서는 오픈 소스 데이터베이스 관리시스템인 PostgreSQL에서 제공하는 bytea 영상 데이터 타입을 적용하여 영상 데이터베이스를 구축하였다.

사용자가 Database 메뉴를 클릭했을 때 수행되는 내부 연산과정에서 XML 파일이 생성되며, 이 파일에는 gvSIG Mini에서 영상정보의 화면 재생을 위한 영상 메타데이터 정보가 포함되어 있으므로 XML을 파싱하여 사용자에게 영상정보 목록을 보여주게 되고 사용자는

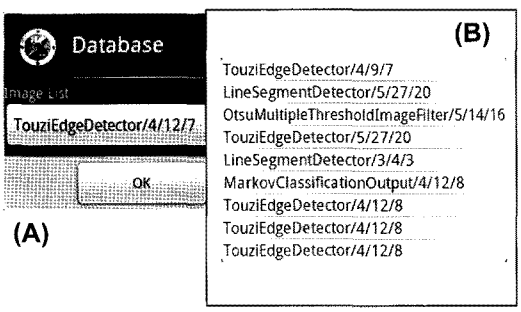

Fig. 5. "Database" Menu: (A) Database dialog, and (B) Image list in database.

목록 중에서 원하는 처리 결과를 선택하여 스마트폰에서 화면을 재생할 수 있다. Fig. 5(A)와 Fig. 5(B)는 'Database' 메뉴 실행에 따른 다이얼로그 화면으로, 사용자에게 데이터베이스에 저장되어 있는 영상처리 결과 목록을 보여주고 선택하게 함으로써, 이전에 처리했던 결과를 화면에서 확인하는 과정을 예시한 것이다.

본 연구에서 개발된 앱을 실제 데이터에 적용한 결과를 제시하기 위하여 국내 임의 지역에 대한 KOMPSAT-2 MSC 영상자료를 이용하였다(Fig. 6(A)). Fig. 6(B)는수치지형도와 중첩된 해당 지역에서 사용된 영상인데, 이 영상자료는 스마트폰 앱에서 적용되기 전에 별도로 기하보정 등 기본 전처리 작업과 모자이크 병합 처리를 수행한 것이다.

스마트폰 gvSIG Mini 브라우저에서는 영상의 6 단계의 해상도 순위로 구분하도록 하였다. 서버에서 영상정보 처리를 수행한 결과는 Fig. 7과 같이 gvSIG Mini 브라우저에 표현되는 데, 이 경우는 3 단계 해상도에 해당하는 영상정보이다.

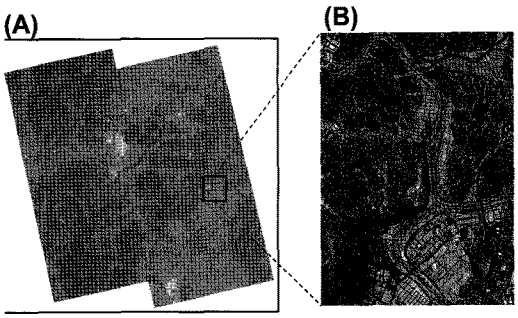

Fig. 6. (A) KOMPSAT-2 image, (B) Scene superimposed with digital map data sets.

본 연구에서는 LineSegment Detector, Touzi Edge Detector, Canny Edge, Otsu Multiple Threshold 등과 같은 경계선 또는 임계선 추출 알고리

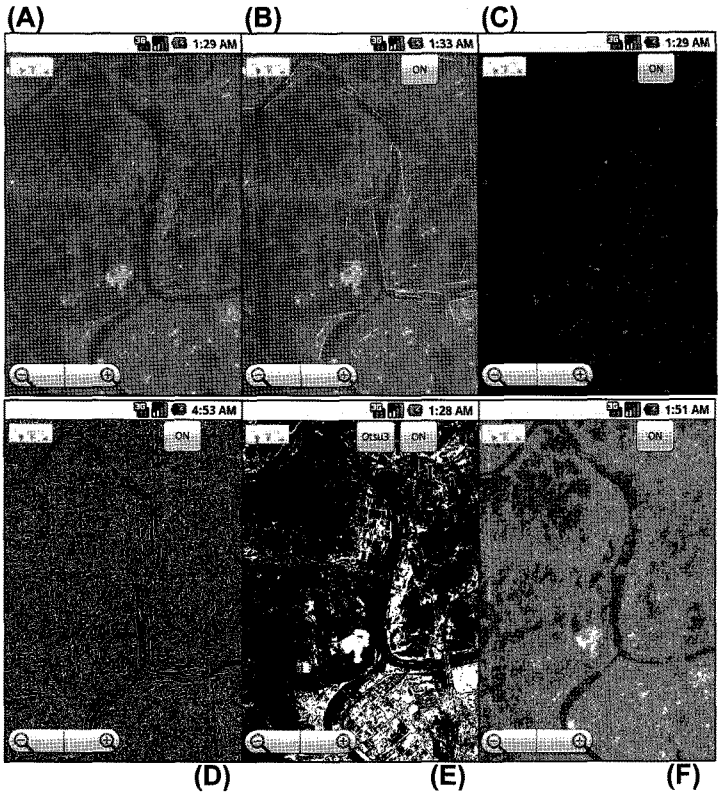

Fig. 7. Processing result on smartphone emulator: (A) Color composed AOI image, (B) LineSegmentDetector processing output (C) TouziEdgeDetector(radius=1) processing output, (D) CannyEdgeDetector(variance=0) processing output, (E): OtsuMultipleThreshold(output image value=3) processing output and (F) MarkovClassification(lambda=1, iterations=5, optimizerTemperature=1, useRandomValue=1) processing output.

즘과 영상 분할 알고리즘과 Markov Classification 알고리즘을 포함하는 5가지 영상정보 분석처리 실행할 수 있도록 하였고, 처리된 결과는 오른쪽 상단에 ON/OFF 버튼을 이용하여 가시화할 수 있다. 기본적으로 ON으로 시작되며, ON 버튼을 클릭했을 시에 OFF로 바뀌고 원본 영상이 나오는 방식이다. 각 알고리즘의 기본 연산 과정이나 적용 변수 유형으로 포함하는 소스 코드의 적용 방법과 사용 예시 등에 사항은 OTB Development Team (2010)를 참조할 수 있으므로 본 연구에서는 생략하고자 한다.

5가지 영상처리 알고리즘 중에서 OtsuMultiple Threshold 방법은 사용자로부터 1~3까지의 'Output Image Value'를 받고 처리 과정을 진행한다. 3을 입력한 경우, 처리 결과는 3개의 이미지가 나오게 되는 데, 각 과정별 처리 결과를 사용자에게 제공하기 위해서 Otsu 버튼이 별도 제공되도록 하였고, 이 버튼을 활성화하는 경우 Otsu1, Otsu2, Otsu3으로 반복적으로 변화되고, 결과 화면 역시 순차적으로 변화하도록 하였다. 한편 본 연구에서 적용된 알고리즘은 스마트폰 앱으로 구현되기 전에 별도의 결과 검증 과정을 수행하였고, 앱상에서 처리된 결과는 이전에 수행한 검증 자료와 비교하여 차이가 없음을 확인하였다.

4. 결 론

웹 기반 지도정보서비스나 휴대폰 위치정보서비스 등에서 위성정보나 항공사진 자료가 시각화를 위한 보조 자료로 적용되는 경우가 많다. 이는 국내외를 막론하고 연구자 중심으로 이루어진 원격탐사 커뮤니티가 이러한 정보통신시장이나 산업적 콘텐츠 시장에 적합한 역할을 수행하지 못하기 때문으로 생각한다.

원격탐사 소프트웨어 개발 측면을 보더라도, 유용한 처리 결과를 도출할 수 있도록 원격탐사 영상처리 엔진으로 활용될 수 있는 알고리즘 개발이 활발하게 진행되고 있지만 이는 대부분 전문적이고 세분화된 응용 분야에 적합한 경우가 많아 아직까지는 개발 성과의 산업적 파급이 다소 부족한 면도 있다. 한편 스마트폰이라는 시장 주도형 플랫폼이 부각되고 있지만 복잡한 기능 중심의 분석 기법보다는 비록 단순하더라도 실무적으로 활용 가능한 결과를 제공하는 원격탐사 자료처리 기능을 제공하는 스마트폰 앱은 아직 발표된 경우를 찾기가 어렵다.

이러한 현실 문제에 착안하여 본 연구에서 오픈 소스 기반 위성영상 분석기능을 제공하는 안드로이드 스마트폰 앱을 개발하고자 하였다. 앱의 설계와 구현 과정에서는 위성영상처리를 위한 OTB, 스마트폰 공간정보 브라우징을 위한 gvSIG Mini, 영상 데이터베이스 저장 관리를 위한 PostgreSQL 등과 같은 오픈 소스를 활용하였다. 영상분석 기능으로는 필터링, 영상 분할, 분류 등과 같은 OTB에서 제공하는 5 가지 알고리즘이 시험적으로 적용되었는 데, OTB는 영상처리를 위한 어플리케이션 서버의 역할을 수행한다. 한편 처리 결과는 영상 데이터베이스로 저장, 관리하여 사용자가 필요할 때마다 결과 영상을 재생하거나 확인할 수 있도록 하였다. 또한 스마트폰 사용자가 위성영상 처리작업을 수행하도록 하는 사용자 인터페이스를 제공하며, 스마트폰이라는 단말기 환경에 맞추어 실시간 영상 처리 및 결과 확인이 가능하도록 처리 대상 자료의 타일링 처리와 관련된 실무적인 방안을 제시하고자 하였다. 이는 처리 대상이 되는 영상정보에 대한 사용자 요청과 어플리케이션 서버 연산 처리에서 발생할 수 있는 시간 지연을 방지하는 데 기여한다.

본 연구는 초기 단계이므로 일반인과 전문가가 공통적으로 사용할 수 있거나 각각 구분하여 사용할 수 있는 분석 알고리즘의 선정과 적용 타당성을 분석하기 위한 실험, 대용량 영상 데이터베이스 자료 적용에 따른 성능 실험, 위성영상정보가 아닌 기타 자료와의 연동 처리와 이에 따른 사용자 인터페이스 개선 등과 같은 실제적인 추가 작업이 필요하다. 그러나 앞으로 원격탐사 전문가들을 중심으로 이러한 위성정보 분석처리 기능을 제공하는 스마트폰 앱 개발이 활발해 지고, 독창적이거나 전문적인 영상처리 알고리즘을 제공하는 스마트폰 앱을 일반인이나 전문가들이 활용하는 단계가 되면 인공위성 영상정보가 잠재적 가능성이 있는 콘텐츠 자원이 아닌 실질적인 콘텐츠 생산 자원으로 발전할 수 있을 것으로 기대한다.

사 사

본 연구는 2010년도 한성대학교 교내연구비 지원과제 임.

참고문헌

데이코산업연구소, 2010. 급성장하는 위치기반서비스(LBS)와 증강현실 기술 시장 및 사업동향, Market Report 2010-10, 410p.

류광 (번역), 2009. 안드로이드 프로그래밍, 위키북스.

Carrasco, J. and A. Romeu, 2010. gvGIS Mobile and Mini, *FOSS4G 2010*, Tutorial T-01.

Chang, Y. F., C. S. Chen, and H. Zhou, 2009. Smart phone for mobile commerce, *Computer Standards & Interfaces*, 31: 740-747.

Del Ray, A., 2010. gvSIG Mobile & gvSIG Mini Workshop, *presentation material at OSGIS 2010*.

Guzzonato, E., C. Valladeau, and J. Inglada, 2009. Orfeo ToolBox: An Open Source Tool for High Resolution Image Processing, *GeoCap Meeting*.

Kang, S. and K. Lee, 2010(a). Open Source Remote Sensing of ORFEO Toolbox and Its Connection to Database of PostGIS with NIX File Importing, *Korean Journal of Remote Sensing*, 26: 361-371.

Kang, S. and K. Lee, 2010(b). Smart Phone Application Development for Thematic Geospatial Image Handling, *Proceedings on 2010 International Symposium on Remote Sensing*.

OTB Development Team, 2010. *The ORFEO Tool Box Software Guide, Updated for OTB-3.2*, 676p.

Rafoss, T., K. Sælid, A. Sletten, L. F. Gyland, L. Engravslia, 2010. Open geospatial technology standards and their potential in plant pest risk management-GPS-enabled mobile phones utilising open geospatial technology standards Web Feature Service Transactions support the fighting of fire blight in Norway, *Computers and Electronics in Agriculture*, in Press.

Taylor, M. A., 2010. *Teaching with Mobile Devices: Smartphone*.

West, J. and M. Mace, 2010. Browsing as the killer app: Explaining the rapid success of Apple's iPhone, *Telecommunications Policy*, 34: 270-286.