

Java를 이용한 위성영상 처리 기술

한국전자통신연구원 안충현 · 양종윤 · 김경욱

1. 서 론

위성에 의한 정보 취득은 광역에 대한 정보를 쉽게 취득할 수 있으며, 동일한 센서에 의해 주기적으로 취득되는 정보는 표준화된 자료 처리를 통하여, 작업자의 경험과 지식과는 관계없는 객관적인 정보의 획득이 가능하다.

1972년 LANDSAT-1호의 발사를 시작으로 인공위성 영상을 이용한 지표면 정보의 취득 및 정보 추출 기술은 괄목할 만한 성장을 해 오고 있다. 현재 위성에 따라서는 10m/pixel 미만의 공간 해상도와 많은 파장대의 센서로부터 영상을 얻어, 지표면에 대한 다양한 정보의 추출이 가능하게 되고 있다. 종래의 원격탐사기술은 영상처리에 의한 각종 정보 취득이 주된 관심 분야이었지만, 다양한 위성 정보의 실제적 활용이 증가되면서, 점차 사진에 의한 각종 지도의 작성과 자원 탐사 및 광역의 환경 변화 감시 등 다양한 응용 분야로 그 활용범위가 확대되고 있다. 위성에 의하여 관측된 정보를 이용하여 각각의 목적에 맞게 2차 가공된 데이터는 격자형 지리 정보의 일종으로 취급되어, 해당 지역의 토지이용에 관한 현황이나, 자연 환경, 토지 피복 분류, 식물 및 식생의 활성도 또는 각종 주제도의 갱신에 사용될 정도로 지리정보시스템에 있어서 중요한 정보원의 하나로 이용되고 있다. 한편, 미국, 프랑스, 일본 등 지구관측위성을 보유, 운영하고 있는 국가에서는 위성자료에 의한 지구환경 정보 데이터베이스의 구축을 활발하게 진행하고 있다.

초미세분광분해능센서(Hyperspectral sensor), 고공간 분해능 센서(High spatial resolution

sensor) 등으로 향후 획득되는 고품질 위성영상은 최소 수백MB/scene 정도의 정보량을 가질 것으로 예상된다. 그렇지만, 현재 상용화되어 있는 대부분의 위성영상처리 S/W는 초미세분광영상과 같은 많은 분광대의 자료 처리에는 어려움이 있으며, 대상 영상을 전부 메모리에 올려놓고 작업을 하는 방식을 취한 것이 대부분이다. 이러한 방법으로는 비록 RAM용량이나 하드디스크의 용량이 비약적으로 증가된다고 하더라도 수십 메가바이트 이상의 영상자료에 대하여 유연한 처리 및 분석에는 한계가 있다. 또한, 인터넷 및 초고속 정보망을 이용한 각종 정보의 교환이 활발해지며, 초고속 정보망을 이용한 일괄적인 위성정보의 가공, 처리, 분석 및 부가가치 정보의 생산에 대한 일련의 서비스에 대한 요구 또한 증가되고 있다. 이러한 요구를 만족하기 위해서는 단순히 정보 제공자로부터 일방적으로 가공되어 준비된 정보를 제공받는 수동적인 형태보다는 사용자가 자기가 원하는 정보를 찾거나, 자신의 정보를 이용하여 또 다른 형태의 부가가치 정보를 가공한 후, 그 결과를 다시 가져갈 수 있는 능동적인 형태의 서비스 시스템의 개발이 필요해진다. 이러한 네트워크를 이용한 컴퓨팅이 가능해지기 위해서는 정보망의 자료 전송속도 및 연결된 컴퓨터간의 고속 분산처리 기능 등에서의 하드웨어적인 성능 향상과 더불어 소프트웨어적으로도 이에 적합한 분석시스템이 개발되어야 한다. 또한 미래의 시스템은 각각의 영상에 적용된 처리 과정에 대한 상세한 정보를 제공할 수 있어야 한다. 이를 가능하게 함으로서, 각각의 정보가 어떠한 영상으로부터 어떠한 처리과정을 거쳐서 얻어

졌는가에 대한 명확한 추적이 가능하게 된다.

2. 상용 위성영상 처리 소프트웨어

위성 영상 처리를 위한 소프트웨어로는 ERDAS사의 IMAGINE이나 Earth Resource Mapping사의 ERMapper, Research Systems사의 ENVI, PCI사의 PCIWorks, 그리고 MicroImages사의 TNTmips와 같은 제품이 시장의 대부분을 차지하고 있다.

이러한 소프트웨어들은 위성 영상을 처리하기 위해 많은 기능들을 가지는데, 대부분 기본적인 기능의 메인 모듈에 추가적인 모듈을 통해 기능을 확장하는 방식을 취하고 있다. 3차원 시뮬레이션 기능을 가지는 ERDAS사의 VirtualGIS 추가 모듈을 메인 모듈에 확장하는 것이 이러한 한 예이다.

각각의 소프트웨어들은 나름대로의 특징적인 기능들을 가지며 그 수준 또한 다양하다. 하지만 사용자의 입장에서 사용되어지는 기능은 상당히 한정됨에도 불구하고, 필요한 몇 개의 기능을 사용하기 위해 전체 시스템을 구매해야 하는 경우가 많다. 경우에 따라서는 다양한 여러 기능을 제공하는 소프트웨어도 사용자가 주로 사용하는 몇 개의 기능을 완전히 지원하지 못해, 특정 기능을 가진 다른 제품을 다시 구매하여 2개의 소프트웨어를 번갈아 가며 사용하여야 한다.

이러한 한계를 극복하고 사용자의 요구에 신속히 대처하기 위해서는 완벽한 객체지향 개념과 분산환경에서의 처리가 가능한 기능별로 최적화, 부품화된 영상처리S/W의 개발이 필수적인 것이다. 또한 단순한 영상처리가 아닌 GIS의 기능을 갖는 GeoImaging S/W의 개발은 향후 위성 원격 탐사 소프트웨어에서 지향해야 할 방향이다. 이러한 목적에 부합되는 자바 언어를 통해 개발하고 있는 GeoNet은 필자들이 이전에 발표한 바 있는 GeoPixel의 네트워크 버전으로서 현재로서는 자바 자체의 속도문제로 인해 실용적인 면에서 떨어지지만 계속 발전하는 자바 언어와 함께 무한한 잠재력을 가지는 위성 영상 처리 소프트웨어이다.

3. Java 기반 위성영상 처리 소프트웨어 GeoNet

3.1 개방형 위성 영상처리 API로서의 GeoNet

위성 영상처리를 위한 API로써 GeoNet은 크게 3부분으로 이루어진다. 시스템의 core 부분과 I/O 부분, 그리고 여러 영상처리 알고리즘 API이다. 일반적인 언어의 API와는 달리 자바 언어는 객체 기반의 API 구성을 가능하게 한다. 이것은 API를 사용하는 사용자 입장에서 보았을 때 보다 쉬운 사용을 제공하는 것이며, 개발자의 입장에서는 코드의 재사용을 극대화함으로써 개발의 효율성을 높이는 것이다. 표 1은 GeoNet API를 이용하여 간단히 만든 Cube 이미지 파일(GeoNet의 자체 이미지 포맷)을 보여주는 프로그램이다.

3.2 웹 기반 프로세싱

GeoNet은 자바 언어의 특징을 살려 웹에서 브라우저를 통해 애플릿으로 수행 가능하도록 설계되었다. GeoNet의 개발환경과 동일한 환경에서 수행될 수 있도록 자바 Plug-in을 자동으로

표 1 Sample Program Using GetNet API

```
import geo.core.*;
import geo.process.*;

private Image imgBuf = null;

public ImageLoaderTest() {
    int _bands, int _lines, _samples ;
    String outFile = new String("test bmp");
    ImageLoader rgbImger = null;
    ImageMaker maker = null;
    CubeFile cubFile = new
        CubeFile("img1000 cub");
    CubeMem rImg = new CubeMem("r");
    CubeMem gImg = new CubeMem("g");
    CubeMem bImg = new CubeMem("b");
    cubFile hd read(cubFile.getHDFFile());
    _samples = cubFile.hd.samples; _lines =
        cubFile.hd.lines; _bands = cubFile.hd.bands;
    rgbImger = new ImageLoader();
    maker = new ImageMaker();
    rImg = rgbImger.load(cubFile, 2, rImg, 1);
    gImg = rgbImger.load(cubFile, 1, gImg, 1);
    bImg = rgbImger.load(cubFile, 0, bImg, 1);
    imgBuf = maker.getImage(rImg, gImg, bImg);
}
}
```

웹 브라우저를 통해 내려받아 설치하도록 하였으며 사용자가 로드된 애플릿을 통해 직접 로컬 시스템의 위성영상을 처리할 수 있도록 공개키 방식의 인증을 통해 허가된 사용자만이 사용할 수 있도록 하였다. 따라서, 사용자는 인증서만 있으면 장소의 제약을 받지 않고 어느 곳에서든지 웹을 통해 위성영상 처리 업무를 수행할 수 있는 것이다.

그림 1은 웹 브라우저를 통해 GeoNet을 구동시킨 화면으로 <<http://rsnt1.etri.re.kr/geonet/index.html>> URL을 통해 수행된다. 수행을 위해서는 인증서를 받아 시스템에 인증시켜야 GeoNet 애플릿이 수행될 로컬 시스템의 정보를 파악하여 로드될 수 있다.

그림 2는 인증과 관련된 네트워크 상에서의 GeoNet의 동작에 대하여 설명하는 그림이다. 클라이언트는 플러그인을 설치하고 인증서를 서버 측에 요구한다. 서버 측은 인증된 사용자인 것을 확인한 후 인증서를 클라이언트 측에 전달한다. 클라이언트는 전달받은 인증서를 통해 시스템의 자원을 애플릿이 접근할 수 있도록 인증한다. 이렇게 인증된 시스템에서 웹 브라우저로 애플릿을 연결하면 GeoNet 애플릿은 인증된 시스템인지를 확인한 후 로컬 시스템의 자원을 접근하여 필요한 정보를 얻은 후 로드되어 실행된다. 이 과정에서 클라이언트는 사용자는 로컬 시스템에 있는 위성 영상들을 처리하기 위해 인증서를 인증 목록에 넣어주어야 하는데 이 과정을 보다 쉽게 처리하기 위하여는 인증 에이전트의 도입이 필요하다. 인증 에이전트는 인증된 사용자와 서버와의

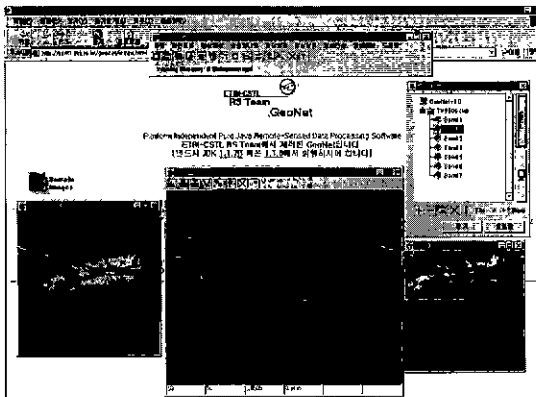


그림 1 HTML interface to GeoNet Server

연결 및 인증 과정 및 인증서 전달에 대한 모든 역할을 수행한다.

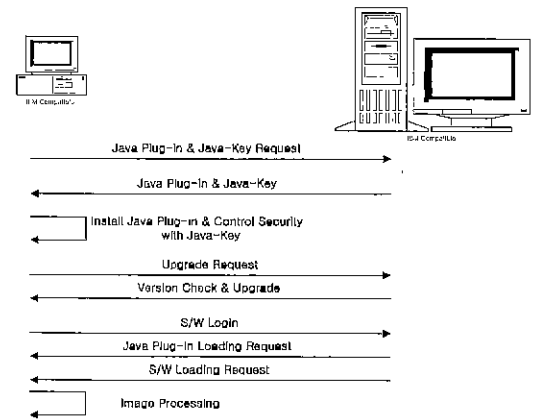


그림 2 GeoNet Network Operation Flow

웹을 기반으로 한 시스템의 구축은 자바의 네트워크 프로그래밍의 장점 중 일부이다. 자바 네트워크 기능을 충분히 활용하기 위해서는 객체의 전송을 통한 진정한 의미의 분산 위성 영상 처리 개념이 충족될 때에야 비로써 이루어진다고 할 수 있다. 분산 위성 영상 처리 시스템은 제한된 자원의 최대 활용을 위해서는 필수적인 요소이기에 앞으로 지속적으로 연구해 할 과제인 것이다.

1. 위성영상 처리 소프트웨어의 발전 방향

위성 영상 처리의 기능적 측면에서, 이미 많은 상용 개발 툴 들이 도입하고 있는 GIS 연계 기술, 3차원 시각화와 증강현실은 앞으로의 원격 탐사 관련 소프트웨어들이 나아갈 방향이다. 그렇지만 그 바탕에는 역시 얼마나 기본적인 위성 영상 처리 기능을 충실하고 정확하게 처리하는지가 뒷받침된다고 할 수 있다.

소프트웨어 구조적인 측면에서는 다른 여러 소프트웨어의 발전 동향과 같은 흐름을 따르고 있다. 크게 소프트웨어의 컴포넌트 화와 네트워크 기능의 강화이다. 이러한 흐름을 객관적으로 받쳐주는 기술이 마이크로소프트사 진영의 COM/DCOM/ActiveX과 자바, 코바 진영의 EJB/CORBA 이다. 하지만 이 기술들은 일반적인 소프트웨어 개발 기술이기에 거의 모든 분야에 적

용 가능할 수는 있어도 대용량 위성영상 처리 소프트웨어의 개발과 같은 특정 분야에 적용하기에는 여러 한계를 드러낸다.

Java의 각광과 함께 최근에 그 모습을 드러낸 JAI(Java Advanced Imaging API)는 복잡한 영상 처리를 위한 향상된 이미지 처리 API 라이브러리이다. 비록 원격탐사 분야의 전문가들이 얼마나 많이 이 규격을 만드는데 참여했는지는 모르나 앞으로의 대용량 고해상도 위성영상 처리에 있어서의 여러 새로운 개념을 포함하고 있어 여기에서 간략하게 소개하고자 한다.

JAI는 자바 2 플랫폼을 확장하여 복잡한 이미지 처리를 수행하도록 설계한 API로서 현재 버전 1.0이 발표 되어 있는 상태이다. JAI는 Java 1.2 가상머신 환경에서 수행되며 Java Media API suite의 일부로서 만들어졌다. 윈도우즈 버전의 경우 선사에서 개발한 mlib(pure C 버전 medallib) 사용하여 그 코어를 구현하고 있는 것으로 알려져 있다.

JAI의 설계에서 주목할 점은 다음과 같다.

1. Cross-platform으로서 자바 가상 머신을 가진 어떠한 시스템에서도 동작
2. 객체지향 개념을 적용, 이미지와 이미지 처리 작업을 각각 하나의 객체로 정의
3. 최대한의 확장성을 부여한 것으로 어떠한 임의의 영상처리 작업 객체도 추가 가능하도록 설계
4. 디바이스 독립성으로서 이미지의 처리를 장치 독립으로 수행
5. 기능의 강화측면으로 복잡한 이미지 데이터 포맷을 지원하고 위성영상과 같은 여러 밴드의 이미지 지원, 이미지 알고리즘 클래스를 지원을 통해 표준으로서의 기능을 확장
6. MMX와 같은 기술을 통해 최적화된 영상 처리를 수행 지원
7. 다른 자바 API와 함께 잘 동작할 수 있도록 하여 다른 분야의 자바 API 접목에도 쉽게 이용 가능

이러한 JAI의 특징 중에서 위성영상 처리와 관계된 특징으로는 우선 byte, short, float, double형과 같은 데이터 포맷을 지원, RGB이외

의 밴드 지원, TIFF와 같은 다양한 이미지 파일 포맷을 지원하고 있는 점이다. 그리고 대용량의 영상 처리의 신속한 처리를 위한 분산환경에서의 영상처리에 대한 사양을 정의하고 있다.

따라서, JAI는 전문적으로 위성영상 처리를 위한 API는 아니지만 그 개념은 위성영상 소프트웨어가 지향해야 할 방향을 어느 정도 제시하고 있다고 할 수 있다.

5. 결 론

현재의 위성 영상 처리 소프트웨어들은 다양한 기능을 지원하려고 기능 확장에 많은 투자를 하고 있다. 하지만 사용자 입장에서 사용하지 않는 많은 기능들은 오히려 사용하는데 있어서 복잡함을 증가시킨다. 그러므로 앞으로의 위성 영상 처리 소프트웨어는 기본에 충실한 기능을 얼마나 편안한 사용자 인터페이스로 제공하며, 다양화되는 사용자의 요구에 신속히 대처하기 위하여는 표준 사양에 따른 컴포넌트의 지원으로 다양한 기능을 조합하여 새로운 툴을 생성해 낼 수 있도록 지원하는 자가 사용자층 확보의 관건이 될 것이다. 점차 성능이 향상되고 있는 자바언어의 도입은 인터넷을 통한 자유로운 영상정보의 처리를 가능케 할 것이므로, 현재 시작을 주도하고 있는 외국의 상용 소프트웨어에 대응하여 국내의 자체적인 경쟁력 있는 소프트웨어 개발 기술을 확보하기 위하여는 현재의 사용자의 요구에 잘 대응할 수 있는 기능을 제공하고 있는 자바언어를 이용한 소프트웨어의 개발에 주력해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 시스템공학연구소, 1987, 마이크로 컴퓨터 Image Processing System 개발 연구(II), 연구 보고서, 233p.
- [2] 시스템공학연구소, 1991, 위성 영상 및 항공기 탑재 리모트 센싱 자료 분석을 위한 마이크로 컴퓨터 영상 처리 시스템 개발 연구(III), 연구 보고서, 134p.
- [3] 한국 자원 연구소, 1994, PC VGA용 화상처리 소프트웨어 및 응용 기술 개발, 연구 보고서, 48p.
- [4] Arnold, K and Gosling, J., 1996. The Java

Programming Language, Addison-Wesley, 333p.

[5] Ayers, L. F., 1995, Data vendor + Software vendor = Successful solution for the remote sensing user, Land Satellite Information in the next decade, III-26 ~ III-29.

[6] Chan, P. and R. Lee, 1996, The Java Class Libraries An Annotated Reference, Addison-Wesley, 1660pp.

[7] ERDAS Field Guide, Fourth Edition, Revised and Expanded, 1997, ERDAS Inc.

[8] Lee Chan, *The Java Class Libraries-2nd ed., Vol.2*, Addison Wesley, pp.795-844.

[9] Fritz, L. W. 1996, The Era of commercial earth observation satellites, Photogrammetry Engineering & Remote Sensing, 39 ~ 44.

[10] Gosling, J. F. Yellin and The Java Team, 1996a, The Java Application Programming Interface, Volume I, Addison-Wesley Publishing Company, 494.

[11] Gosling, J. F. Yellin and The Java Team, 1996b, The Java Application Programming Interface, Volume II, Addison-Wesley Publishing Company, 406.

[12] Nelson. L. J., 1997, Space Imaging, Earthwatch, and the satellite imaging picture in 1997, Advanced Imaging, 61 ~ 63.

[13] Joo, S. H., M. Hion, H. Y. Choi and D. H. Jung, 1995, The prospect of commercial space remote sensing business in Asia-Pacific region.

[14] Sinclair. S., 1996, Expanding role of GIS satellites in Asia Pacific, GIS ASIA PACIFIC, 2, 3, p. 27 ~ 32.

[15] Thibault. D., 1995, Land Satellite Information in the future, Land Satellite Information in the next decade, III-14 ~ III-21.

안 충 현



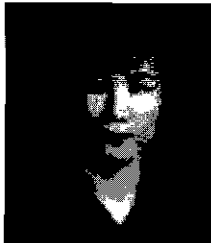
1989. 2 인하대학교 해양학과 대학원 졸업(석사)
 1995. 3 일본 지바대학교 자연과학 대학원 졸업(원격탐사/GIS, 공학박사)
 1995. 12 일본 지바대학교 공과대학 정보과학공학과 교원
 1996. 1~현재 한국전자통신연구원 컴퓨터소프트웨어기술연구소 영상처리연구부 RS연구팀 선임연구원
 관심분야: Remote Sensing, GIS, 영상처리 시스템
 E-mail: hyun@etri.re.kr

양 종 윤



1996. 2 인하대학교 전자계산공학과 졸업
 1998. 2 인하대학교 전자계산공학과 대학원 졸업(석사)
 1998. 2~현재 한국전자통신연구원 컴퓨터소프트웨어기술연구소 영상처리연구부 RS연구팀 연구원
 관심분야: 인텔리전트 시스템, Remote Sensing, 컴퓨터 비전
 E-mail: yangjy@etri.re.kr

김 경 욱



1987. 2 미국 OSU전산학 졸업
 1998. 9 충남대 컴퓨터공학과 졸업 (공학박사)
 1988. 2~현재 한국전자통신연구원 컴퓨터소프트웨어기술연구소 영상처리연구부 RS연구팀 책임연구원
 관심분야: 컴퓨터 비전, 영상처리, Remote Sensing,
 E-mail: kokim@etri.re.kr