

인터넷 상에서의 원격탐사 영상처리 시스템의 설계와 구현

윤희상*, 김성환*, 신동석**, 이홍규*

한국과학기술원 전산학과*

한국과학기술원 인공위성연구센터**

The Design and Implementation of a Remotely-Sensed Image Processing System using Internet

Hee-Sang Yoon*, Seong-Whan Kim*, Dongseok Shin**, Heung-Kyu Lee*

Deptment of Computer Science, KAIST*

Satellite Technology Research Center, KAIST**

Abstract

In recent years, as remotely-sensed image processing technologies have been improved and spread widely in the application areas, many new requirements for the image processing technologies have arisen. However, it is difficult and costly to access remotely-sensed image processing systems. Moreover, these systems have their own processing facilities which are not easily accessible for general users. In this paper, those problems are challenged by adopting Internet as a universal information network for accessing remotely-sensed image DBMS and by allowing users to work remotely on the image processing. A remotely-sensed image processing system which can be accessed via Internet was designed and implemented. This system can be used to manipulate images over remote DBMS. The Illustra object-oriented relational DBMS with CGI(Common Gateway Interface) web interface was used in this project. The client consists of a WWW(World Wide Web) NetscapeTM browser, and the server consists of HTTPD(Web daemon), Illustra DBMS and Java modules in order to process the image being displayed. The developed system was tested on LAN environment and the service response time met the requirements.

1997년 5월 18일 접수 : 1997년 6월 1일 수리.

요 약

최근 원격탐사영상을 이용한 서비스들(환경감시, GIS, 기상정보, 자원탐사 등)에 대한 연구가 활발해짐에 따라, 원격탐사영상을 지정된 수신국에 등록하고, 처리하는 것이 아니라, 네트워크를 이용해서 실시간정보를 서비스하거나, 다양한 전문지식을 가진 원격탐사영상 사용자 스스로 개별적인 원격탐사영상처리를 수행하는 것이 필요하게 되었다. 본 논문에서는 실시간에 원격탐사영상처리를 할 수 있는 시스템 구조를 제안하고, 기존의 시스템에서 처리하지 못했던 여러가지 문제점들, 즉, 사용자가 직접 원격탐사영상을 처리할 수 없다는 점과 방대한 크기의 원격탐사영상으로 인한 네트워크 트래픽의 낭비라는 측면을 고려하여, 현재 보편화된 인터넷을 이용하여 사용자와 수신국간의 대화식 통로를 만들고, Java 언어를 이용하여, 수신국의 영상을 효율적으로 처리할 수 있도록 사용자들이 빈번하게 사용하는 영상처리기법들을 구현하였으며, 수신국의 방대한 원격탐사 영상을 효율적으로 관리하기 위해 객체관계형 데이터베이스 관리시스템을 이용해서 서비스를 구현하였다. 구현된 시스템은 LAN 환경에서 Netscape™ 웹브라우저와 IllustraDBMS™를 이용하였으며, 서비스 응답시간 측면에서 만족할 만한 성능을 보였다.

I. 서 론

현재 많은 인공위성들이 지구 주위를 돌고 있으며, 매일 수많은 데이터를 지상에 있는 수신국으로 보내오고 있다. 원격탐사는 군사적, 경제적인 파급효과로 인하여 점점 더 중요성이 커지고 있으며 그에 따른 데이터량도 급격히 늘어날 것이다. 원격탐사 데이터들은 크기가 매우 크고 복수의 밴드를 가지며 육안으로는 쉽게 구별되지 않는 적외선 영역등 비가시광선 영역에서 촬영되는 특징을 가지고 있어서, 획득한 후의 영상처리가 정보의 유용성을 증가시킬 수 있는 중요한 요소가 된다(Sloggett, 1989).

인공위성에서 촬영되는 이러한 원격탐사영상은 매우 큰 용량과 그 중요성, 그리고 다대역 등의 특징을 가지고 있으며, 필요한 정보를 얻기 위한 영상처리와 영상의 효과적인 분배를 목표를 두어 많은 연구들이 진행되어왔고, 이에 따른 많은 시스템들이 개발되었다(Sloggett, 1989).

영상처리를 위한 많은 노력들은 영상분류, 영상개선 등 많은 종류의 영상처리를 위한 이론과 그 실제 실험치로 가시화되었으며, 영상분배 측면에서는 초기의 마그네틱 테이프에 의한 영상분배에서 시작하여 많은 분량을 저장할 수 있는 매체의 이용을 통한 대량 전달에서, 현재는 망을 이용한 영상분배가 연구 중에 있으며 여러가지 시스템이 개발되었다(Sloggett, 1989).

그러나, 대부분의 원격탐사영상처리 시스템은 제한된 범위내에서의 망만을 지원하고 있어 일반사용자들의 접근이 쉽지 않을 뿐만 아니라, 사용자의 요구를 받은 수신국측에서 사용자가 요구한 사양을 일방적으로 처리하여 결과를 사용자에게 전송하는 방식이므로 사용자는 자신이 원

하는 처리중 단지 결과만 받을 수 밖에 없다는 단점이 있다.

인터넷은 TCP/IP프로토콜을 기반으로 하는 전세계에 걸친 망이다. 사용자의 증가와 더불어 인터넷에서의 정보교환과 정보공유에 대한 서비스는 계속 증가하고 있으며 중요한 연구 주제로 다루어지고 있다(Anders, 1995). 인터넷의 발달로 인해서 예전의 폐쇄적인 망 환경하에서 단순한 영상전달을 주로 담당했던 원격탐사영상 서비스 시스템들은 더 빠른 망에서 사용자에게 더욱 편리한 접근성과 사용성을 가지게 하는 서비스들이 개발되고 있다. 하지만 현재 개발된 시스템의 경우, 단순히 망을 이용해서 수신국의 원격영상을 전송받을 수만 있다.

본 논문은 현재 제한적인 망내에서만 이용되는 원격탐사영상을 인터넷상에서 쉽게 접근하고 원격탐사영상을 특별한 제한없이 사용자가 처리하여 결과를 볼 수 있게 하는 시스템의 구현에 대해서 다룬다. 기존의 시스템이 요구하는 DBMS 데이터의 특성, 시스템의 폐쇄성, 영상처리를 위한 별도의 영상처리용 소프트웨어 요구 등을 해결하고 현재와 같은 인터넷 환경에서 손쉽게 영상에 접근할 수 있는 시스템을 구현한다. 이 시스템은 HTTPD(Http daemon)를 기반으로 하는 Netscape사의 인터넷 브라우저 Netscape를 이용하여 클라이언트를 구성하며, MByte단위의 큰 영상을 처리하기 위한 Illustra DBMS, 웹 상에서의 영상처리모듈 구현을 위한 Java, CGI(Common Gateway Interface)로 서버가 구성된다. 영상처리는 클라이언트의 과부하를 방지하기 위해서 서버측에서 행한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. II장에서는 대표적인 원격탐사위성인 LANDSAT 영상데이터의 수신, 처리, 분배를 수행하는 기존 시스템과 대표적인 위성영상처리기술에 대해 알아본다. III장에서는 기존 시스템의 문제점 및 구현 시스템 환경과 그 구성을 알아보고, IV장에서는 시스템을 이용한 실험의 결과 및 분석, 마지막으로 V장에서 결론과 앞으로의 연구 방향에 대해서 알아본다.

II. 배 경

이 장에서는 인공위성에서 수신되는 원격탐사영상의 특징과 수신된 원격탐사영상에 대해 필요한 영상처리의 종류, 그리고 원격탐사영상을 수신하고 처리하기 위한 기존의 시스템 구조를 살펴본다. 1.절에서는 현재의 원격탐사위성인 미국의 민간용 위성 LANDSAT의 영상수신과 처리를 지원하는 기존의 시스템 구조를 살펴보고, 실시간 원격영상처리를 위해 지원되어야 하는 일반적인 영상처리에 대해서는 2.절에서 설명한다.

1. 위성영상데이터의 수신, 처리 및 분배

자원의 이용과 지구과학 연구원들의 요구를 만족시키기 위한 대표적인 지구관측위성 LANDSAT은 Fig. 1과 같이 16일 주기로 233회 지구를 순환하게 되고, 미국 USGS(United

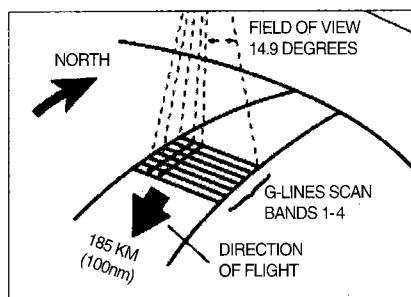


Fig. 1 : MSS Scanning

States Geological Survey)를 통해 데이터를 배포 보관하고 있다. 현재 LANDSAT 1, 2, 3호는 인공위성의 예상수명 기간인 5-10년 주기를 넘겨서 더이상 서비스되지 않고 있다.

LANDSAT 4, 5호는 MSS(MultiSpectral Scanner)와 TM(Thematic Mapper)를 탑재하고 있다. MSS와 TM은 우선적으로 지표면에서 반사되어 오는 가시광선과 IR파장을 감지하도록 되어있고, TM은 MSS보다 더욱 많은 정보를 얻을 수 있다. TM에 있는 16개의 장치들은 16개의 scan line들을 한번의 active scan에서 읽어 들일 수 있게 한다. TM은 30m의 해상도를 가지고 있으며, thermal-IR band는 120m의 해상도를 가지고 있다.

LANDSAT을 통해 취득된 영상은 수신국 또는 지상국으로 전송되는데, 그럼 2에서와 같이 LANDSAT 4, 5호로부터 직접 세계에 퍼져 있는 여러개의 수신국으로 전송되거나, 송신거리 밖에 있을 경우 TDRS(Tracking and Data Relay Satellite)로 전송되며 New Mexico에 있는 White Sands에 도착한다. 또 다른 경로는 DOMSAT에 의해서 EROS 데이터센터(EDC)의 영상 처리시설로 전송된다. EDC에서 데이터는 HDDT(High-Density Digital Tape)에 기록되고 저장된

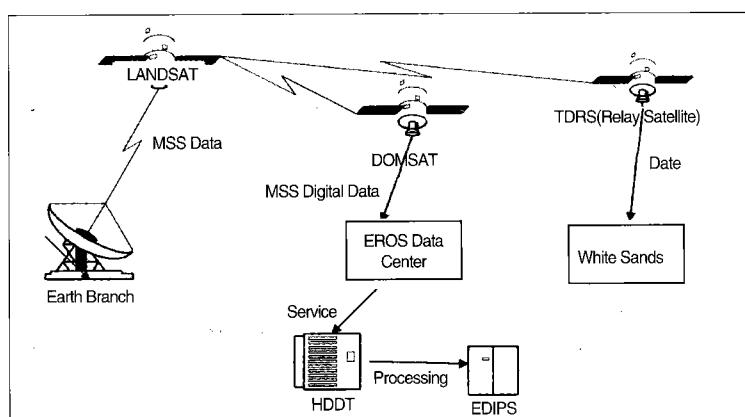


Fig. 2: LANDSAT Image Processing System Architecture(HDDT : High Density Digital Tape, EDIPS : EROS Digital Image Processing System)

다. 사용자의 요구가 있으면 EROS에서는 EROS Digital Image Processing System(EDIPS)을 이용해 그 데이터들을 처리한다.

원격탐사영상을 분석하고, 결과를 공유/배분하기 위한 노력은 인공위성이 발사된 1950년대 후반부터 시작되었는데, LANDSAT의 경우 전체 시스템 구조는 Fig. 2와 같다.

Fig. 3과 같은 시스템구조를 1세대 인공위성 영상분배 시스템이라고 하고, 이 시스템의 주 목적은 위성에서 얻어진 데이터를 수신하는 것이었다. 따라서 데이터의 분배는 테이프로 이루어졌고(Sloggett 1989), 영상이 사용자에게 도착하기까지 긴 기간이 걸렸으며, 차츰 새로운 형태의 영상전달에 대한 필요성이 대두되었다. 이에 따라 Earthnet(Fig. 3)에서의 테이프에 의한 영상전달에서 Fig. 4와 같은, 디지털망을 통한 데이터전송시스템이 1970년대 말부터 나타나기 시작했다(Sloggett 1989).

Fig. 4와 같은 시스템을 2세대 영상처리 시스템이라고 하며, 대표적인 2세대 영상처리 시스템(Fig. 4)으로는 ESA(European Space Agency)의 ERS-1 지상 시스템, 미국 EOSAT 지상 시스템등이 있으며, 현재 SPOT 영상 서비스, LANDSAT영상 서비스등이 Internet상에서 제공된다(LANDSAT).

하지만 이러한 시스템들의 경우, 사용자가 직접 데이터센터에 오지 않고 네트워크를 통해 영상을 수신받는다는 점 외에는 장점이 없으며, 특별한 지식이 요구되는 영상처리를 원할 경우 반드시 데이터센터에 데이터 제공요청을 해야되는 문제점이 남게 된다.

2. 원격탐사영상 처리

원격탐사 영상은 지상(기상, 지표, 해양등)의 물체를 탐사하는 것을 목적으로 하여 각 목적에

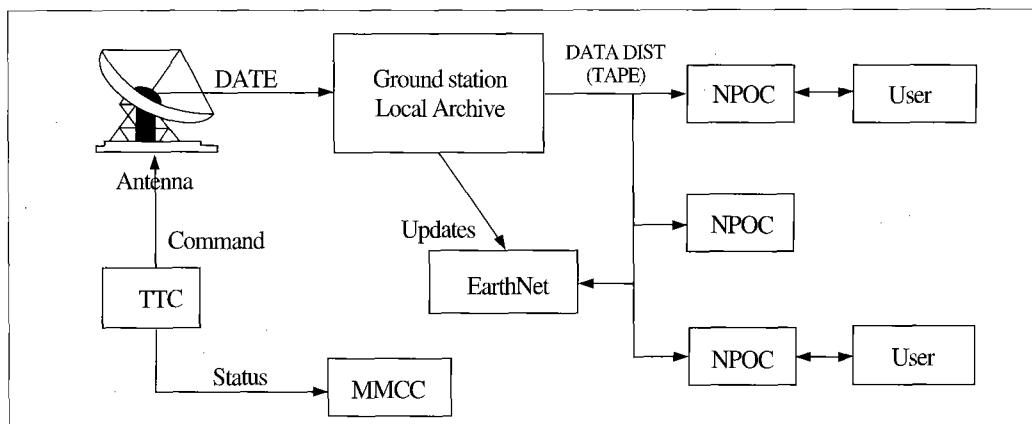


Fig. 3 : First Generation Remotely Sensed Image Processing System Architecture
 (TTC : Tracking, Telemetry and Command, MMCC : Mission Management Control Center,
 NPOC : National Point of Contact)

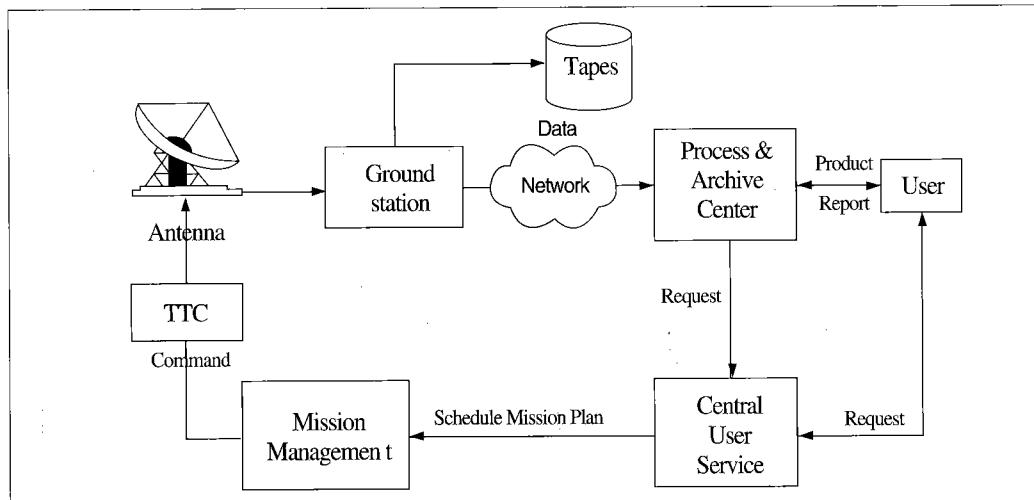


Fig. 4: Second Generation Remotely Sensed Image Processing System Architecture
(TTC : Tracking, Telemetry and Command)

따라 영상의 해상도, 파장대역등이 결정된다. 또한, 탐지된 영상은 그 밝기값이 목표물의 물리적 성질을 나타내기 때문에 상대적인 밝기값의 차이가 아닌 절대적인 밝기값의 의미도 중요할 때가 많다. 이토록 원격탐사영상은 다른 영상과는 다른 많은 특징을 갖고 있으며 따라서, 여러 가지 영상처리기술 중에 원격탐사영상처리에 많이 사용되는 기능에 대해 이번 절에서 간단히 설명한다.

1) 영상개선(Image Enhancement)

영상개선 작업의 목적은 영상의 대비와 영상내 화소값의 분포범위를 조절함으로써 원격탐사자가 시각적으로 볼 수 있는 정보를 더욱 늘리는 것이다. 이러한 영상개선 기술은 세가지로 나눌 수 있다(Johannes G. Moik, 1980).

① 대비 개선(Contrast Enhancement)

- 이진 분해(Grey Level Thresholding)와 밀도분해(Density Slicing)

한 영상안의 밝기 정도를 둘로 혹은 여러 개의 범위로 나누어 그 차이점을 확연히 드러내는 영상처리의 기법이다. 예를 들어 지표와 수면의 구분에는 Fig. 5와 같은 이진분해(thresholding)으로 차이를 잘 나타나게 해준다.

- 대비 확장(Contrast Stretching)

작은 밝기값영역에 집중되어 있는 밝기값 분포를 넓게 퍼뜨림으로써 보다 더 분별하기 쉬운 영상을 만드는 영상처리기법으로 Fig. 6과 같이 (a)확장하지 않는 경우와 (b)선형적으로 확장하는 경우, (c)히스토그램을 이용해서 확장하는 경우, 그리고 (d)사용자가

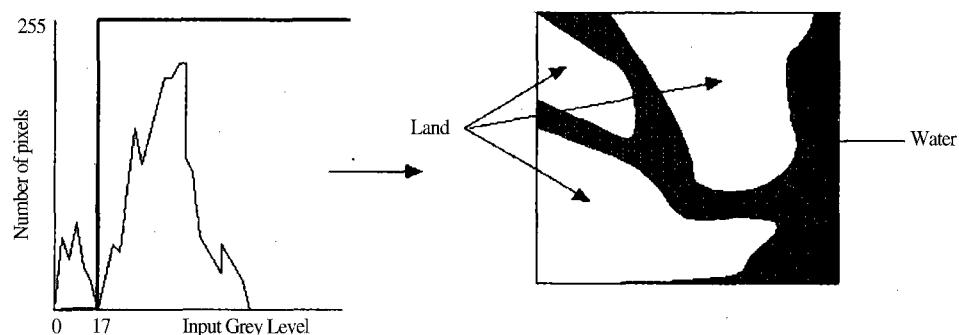


Fig. 5 : Binary Thresholding

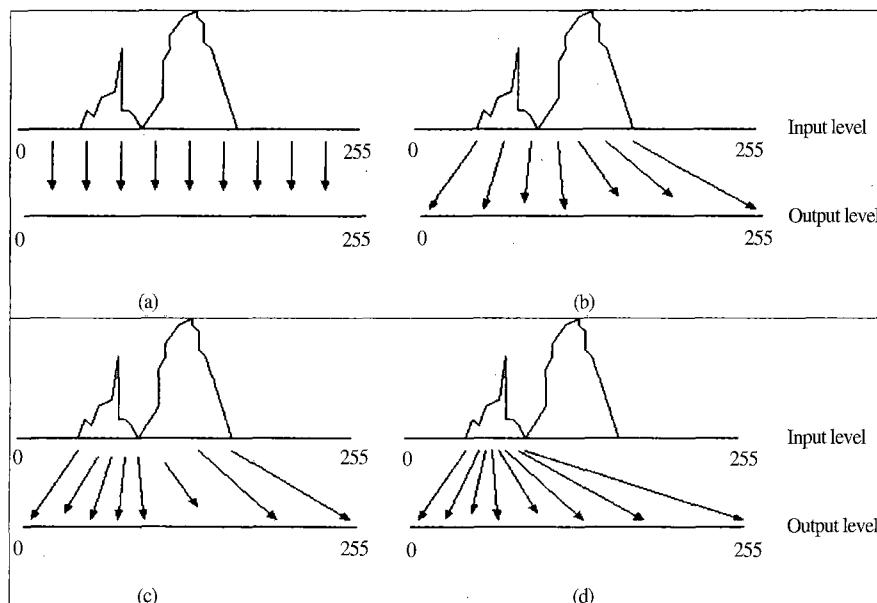


Fig. 6 : (a) No Stretching
(c) Histogram Stretching
(b) Linear Stretching,
(d) User Defined Stretching

지정하는 경우로 나뉜다.

② 필터링(Filtering)

- 저주파수/고주파수 필터링(Low-Pass/High-Pass filtering)

저주파수 필터링은 높은 주파수에 속한 영상 특징을 제거함으로써 낮은 주파수대의 영상 특징을 강조하는 필터링으로 처리후의 영상은 원래의 영상보다 더 부드럽고 흐릿하

다. 반대로 고주파수 필터링은 화소간의 급격한 값의 변화인 경계부분(edge)를 더욱더 강조 한다.

- 질감 필터링(Texture Filtering)

영상에 있어서 하나의 질감(texture)은 판독이 아주 용이한 특성이므로 그것은 사람이 판별시 사물의 구별을 더욱 용이하게 한다.

③ 다중 파장 대역 영상 처리(Multi-spectral Image Manipulation)

- 주요 구성자 확장(Principal Component Enhancement) 구성자 분석(Component Analysis)은 Karhunen-Loeve Transform(KLT)이라고도 알려져 있으며, Fig. 7과 같이 다차원 영상가운데 가장 많은 데이터가 모여있는 방향으로 축을 회전시킴으로써 다대역 영상 데이터에서 나타날수 있는 대역간 간섭을 없애는 데에 있다.

④ 산술적 조합(Arithmetic Combination)

같은 위치에 해당하는 다른 파장 대역의 화소값들을 서로 더하고, 빼고, 곱하는 등의 연산을 통해서 새로운 영상을 생성하는 연산이며 그 응용가능범위가 아주 넓다.

⑤ IHS 변환(Intensity-Hue-Saturation(IHS) transformation)

IHS변환은 RGB를 대신하는 색상체계로의 변환이다. Intensity는 색상의 밝기를, Hue는 색상의 실제 파장을, Saturation은 색상의 순수정도를 나타낸다.

⑥ 광파 비율(Spectral Ratio)과 식물지수(Vegetation Index)

광파비율은 여러 채널의 영상값을 서로 나누어 다른 영상값을 생성하는 방법으로 예를 들어 유용한 정보를 추출하기 위해 $SR = \frac{BAND A - BAND B}{BAND C - BAND B}$ 와 같은식을 사용하는 경우이다. 식물지수는 많은 배경지식이 요구되는 것으로 인공위성 데이터에 의해서 여러 채널로 찍힌 영상들을 수학적 연산을 통해서 유용한 정보를 얻을 수 있도록 만든 합성영상을 식물지수라고 하며, LANDSAT 영상의 경우 $\sqrt{(TM4-TM3)/(TM4+TM3)} + 0.5 \times 100$ 과 같은식

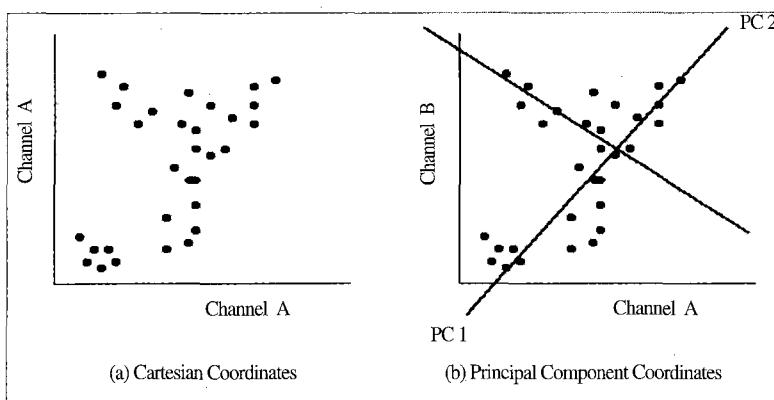


Fig. 7 : Principal Component Analysis (PC : Principal Component)

으로 주어지는 변환식물지수 (Transformed Vegetation Index), $A1(\text{MSS}4)+A2(\text{MSS}5)+A3(\text{MSS}6)+A4(\text{MSS}7)+A1(\text{TM}1)+A2(\text{TM}2)+A3(\text{TM}3)+A4(\text{TM}4)+A5(\text{TM}5)+A7(\text{TM}7)$ ($A1 \sim A7$: 실험유추 상수)와 같은 식으로 주어지는 식물체 밀도지수(Tasselled Cap Index)가 있는데, 식물체 밀도지수를 관찰함으로써 식물체들의 푸름의 정도, 습기, 끝음의 정도를 측정할 수 있다.

2. 영상 분류(Image Classification)

영상은 분류하는 주요 이유는 디지털 영상 안의 모든 화소들을 몇개의 주제로 나누는데 있으며, 분류전에 사용자의 지식을 투입하는지 여부에 따라 학습분류와 비학습분류의 두가지 방법으로 나눈다.

① 학습분류(Supervised Classification)

사용자가 알고 있는 지식을 이용하여 자신이 원하는 대역 특색을 각 영상에서 모아서 원하는 분류를 수행한다. 학습 분류의 예로서는, Fig. 8에서 보는 바와 같이 가장 가까운 무게중심을 중심으로 화소를 모으는 Minimum Distance Classifier, 화소집단의 영역을 직사각형으로 분류하는 Parallelepiped Classifier, 선택된 각 화소군의 화소들에 대한 분산과 각 화소군간의 관계를 계산하여 가장 합당한 군에 분류대상 화소를 포함하는 Maximum Likelihood Classifier 등이 있다.

② 비학습 분류(Unsupervised Classification)

기존의 지식을 사용하지 않고 서로 비슷한 성질을 가진 영상화소들이 군을 형성한다. 분류후 형성된 각 군의 주제를 사용자가 결정한다.

- K-Means algorithm : 사용자가 정한 또는 처음부터 정해진 K개의 기준분류자를 이용

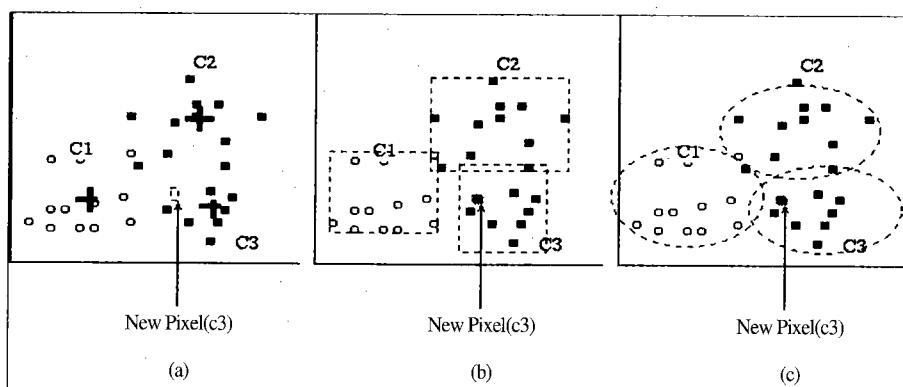


Fig. 8: Classifier Determination: ((a) Minimum Distance Classifier, (b) Parallelepiped Classifier, (c) Maximum Likelihood Classifier)

해서 각 화소들을 스캔하면서 그 화소과 가장 가까운 군에 그 화소을 포함시키고 새로운 평균과 분산을 구하고 다시 반복하는 과정을 일정이하의 에러가 날때까지 계속한다.

- ISODATA algorithm : K-Means 알고리듬과 같은 상태에서 출발하나 매번의 수행마다 다음과 같은 기준을 적용한다.
 - 가) 너무 큰 표준편차를 가진 군은 두개의 작은 군으로 분리한다.
 - 나) 서로 너무 근접한 군들은 하나의 군으로 합한다.
 - 다) 너무 적은 수의 화소를 가지고 있는 군은 버린다.

III. 인터넷상에서의 원격영상처리 시스템 설계

본 장에서는 기존에 존재하는 원격영상처리 시스템의 문제점과 그것에 대한 해결 방향, 구현 시스템의 구조 등에 대해서 다룬다. 1 절에서는 기존의 시스템의 문제점과 해결방향에 대해 알아본다. 2 절에서는 본 논문이 구현하려고 하는 시스템에 대해 설명하고 3 절에서는 영상처리 모듈들에 대해서 설명한다.

1. 기존 시스템의 문제점 및 해결방향

기존의 원격탐사영상시스템은 다음과 같은 문제점이 있다.

- 1) 대부분 특정 망에 의한 폐쇄 구성으로 일반적인 접근이 어렵다.
- 2) 테이프를 통해 영상을 받거나, 혹은 망을 통해 영상을 수신받는 외에, 영상처리 요구는 서면으로 처리, 데이터센터에서 일괄처리하게 된다. 하지만 최근 다양한 지식을 가진 원격 탐사자들의 지식이 요구되므로, 원격탐사자가 직접 방문하거나, 혹은 데이터 센터에 영상 처리를 일임하는 것은 효율적이지 못하다.
- 3) 망을 통해 영상을 수신받는 경우에도 망 트래픽을 현저히 증가시킨다.
- 4) 원격탐사연구를 위해서는 원격탐사영상의 수신 외에도 고가의 원격탐사 영상처리 소프트웨어를 구입하여야 하지만 다양한 학문의 복합되어 발전되는 추세에 따라 소프트웨어에서 다양한 영상처리기능을 신속히 제공해야 하며 그러한 기능들은 사용자에게 바로 보여질 수 있어야 한다.
- 5) 원격탐사 영상이 갈수록 일반화됨에 따라, 간단한 영상처리만을 요구하는 다수의 사용자가 각각 처리소프트웨어를 구입, 사용해야 하는 비효율성이 제기되고 있다.

이것에 대한 해결책으로 본 논문에서는 인터넷을 통한 접속과 처리 결과의 실시간 디스플레이 및 처리를 통해서 사용자에게 보다 더 편리한 인터페이스를 제공하는 시스템을 구성했다. 본 논문이 구현한 시스템은 다음과 같이 문제점을 해결하고자 했다.

- 1) 인터넷이 보편화되는 추세에 따라, 보편화된 사용자 인터페이스(uniform user interface)로 Netscape™을 고려하였으며 사용자는 URL(Uniform Resource Locator)을 통해 일반적인 접근을 가능하게 한다.
- 2) 다양한 원격탐사영상기능을 시스템에 신속히 보강하고, 원격탐사자들의 효율적인 사용을 위해 처리 소프트웨어까지 서버에서 수신받아 처리할 수 있게 한다.

2. 제안된 원격탐사영상처리시스템의 구조

원격탐사영상은 원격탐사자가 육안으로 관찰하는 것보다는 다양한 수치계산기법에 의해 영상을 처리하여 새로운 부가정보를 얻고자하는데 목적이 있다(Sloggett, 1989). 본 논문에서 구현된 원격탐사영상 처리 시스템은 Fig. 9와 같은 처리구조를 가지고 망을 이용해서 실시간으로 원격 탐사영상 처리기능을 제공하도록 하고 있다.

제안된 원격탐사영상시스템의 시나리오를 살펴보면 Netscape 웹브라우저에서 사용자가 서비스를 요청할 경우, 사용자의 컴퓨터에서 HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)를 통해 서버로의 연결을 요구하고 그것이 받아들여지면, 서버는 클라이언트와 port로 접속을 설정한다. 사용자가 영상을 선택한 경우 CGI(Common Gateway Interface)를 통해 데이터베이스 서버와 연결을 설정하게 된다. 이후, 데이터베이스 서버에서 원격탐사자의 컴퓨터로 전송된 영상은 Java 영상모듈에 의해 디스플레이되고, 필요한 경우 원하는 영상 처리를 영상에 가한후 그 결과를 보여주게 된다.

3. 제안된 원격탐사영상처리 시스템의 구현

본 논문의 영상처리시스템은 그림 10과 같이 Netscape상에서 Java를 이용하여 테이타 베이스에 관리되는 영상에 접근하여 영상을 처리할 수 있는 환경을 구축한다. 시스템을 구성하는 클라이언트, 서버, 데이터베이스 서버, 영상 처리모듈에 대한 설명은 다음과 같다.

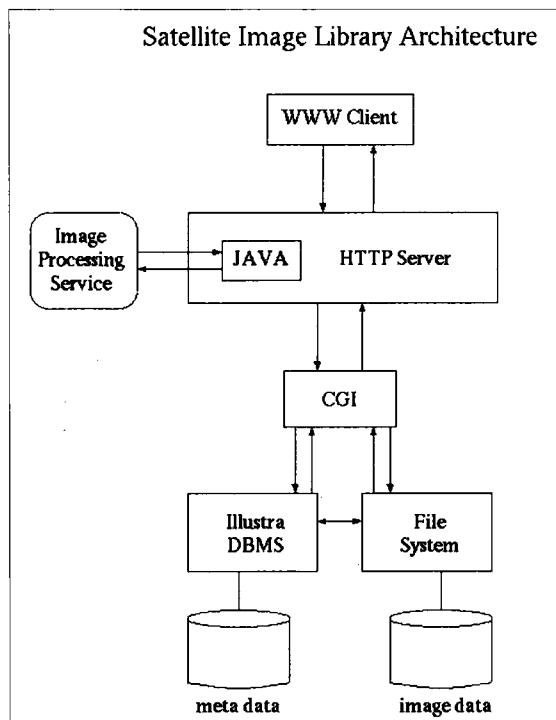


Fig. 9: Satellite Image Processing System Architecture

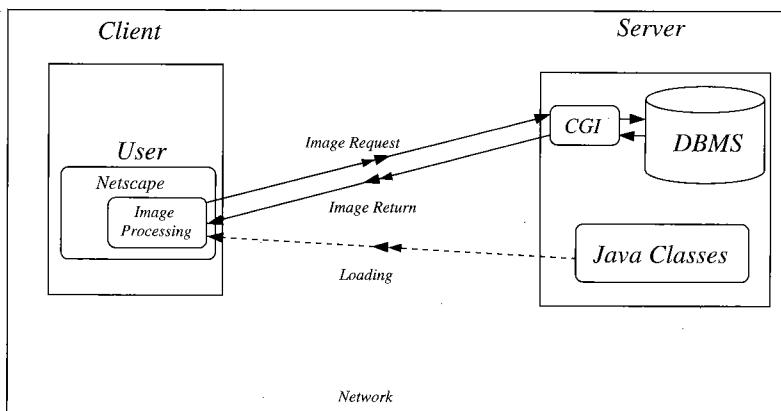


Fig. 10 : System Integration of JAVA Client Module and DB Server

1) 클라이언트

사용자가 쉽게 이용할 수 있는 시스템을 설계하는 것이 본 논문에서 다루는 중요한 목표이기 때문에, PC상에서 손쉽게 인터넷을 접속할 수 있는 Netscape를 클라이언트용 사용자 인터페이스로 이용하였다.

2) 서버

Ultra SPARC상에서 Illustra DBMS가 동작하며 영상처리를 위한 모듈과 데이터베이스는 서로 독립되어 있다(Illustra 1995). Java를 이용한 영상처리모듈과 영상디스플레이 부분으로 구성되어 있다.

3) 데이터베이스 서버

Illustra Database의 API인 Web-Datablade를 통해서 그림이 저장된 DBMS를 사용자가 Illustra DBMS안에서 영상을 저장하는 방식인 OID(Object ID)를 요구하면 그 ID에 해당하는 그림을 API를 통해서 사용자의 브라우저에 보여준다(Illustra 1995). 이때 OID는 Illustra DBMS가 이미지를 저장할때 쓰는 방식인 I0112233456789와 같이 I로 시작하는 13자리의 숫자이며 이것은 Illustra DBMS가 자동으로 단일숫자로 지정한다.

4) 영상 처리 모듈

영상을 처리하는 모듈은 Fig. 10과 같이 Java로 작성되었다. Java언어의 객체지향적 속성 및

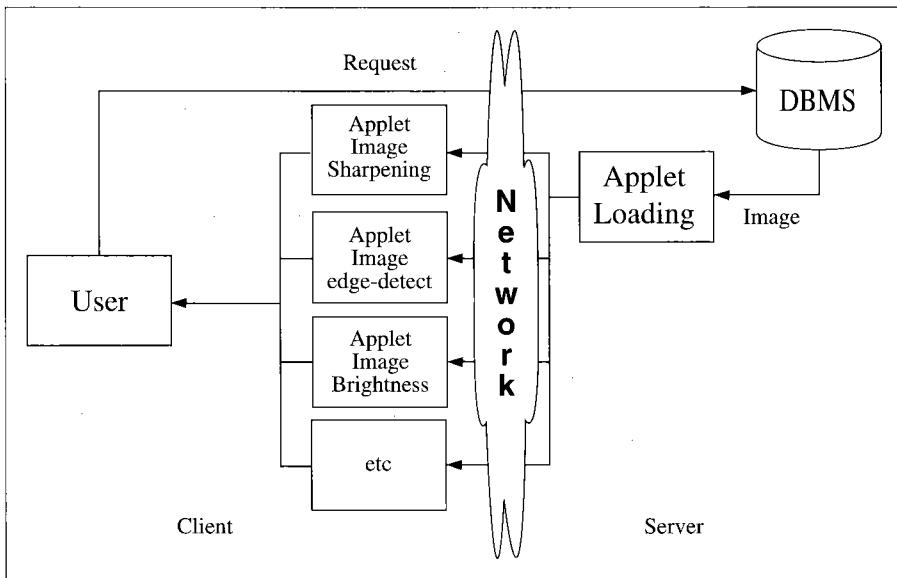


Fig. 11 : Remote User Request on Image Processing Module

네트워크지원 기능을 이용해서 개발기간을 단축시킬 수 있으며, 다른 기종의 분산환경에도 쉽게 운용가능하다. 현재 Java는 그 속도가 상당히 느리고 Compile시 상당한 시간이 걸리는 단점이 있다. 그러나, NC(Network Computer)와 현재 Sun사가 개발중인 많은 인터넷 관련 소프트웨어들은 모두 Java를 채용하고 있으며, 언어의 간결성과 Java 컴파일러의 하드웨어화, Java OS 등의 개발등 현재의 기술수준으로 볼때 미래의 망 환경에서 Java는 중요한 역할을 할 것으로 예측된다. 따라서 이에 따른 변화를 대처하며 보다 더 사용자에게 손쉬운 개선점을 마련한다는 점에서 본 논문에서는 Java를 선택하게 되었다(Arthur Van Hoff, 1996).

IV. 시스템 실험 결과 및 분석

이 장에서는 시스템의 실행결과에 대해 알아보고 실행결과를 LAN 환경에서 실행했을 경우 사용자 서비스시간을 측정하였다.

1. 시스템 실행

Fig. 12(a)는 HTTPD로 영상처리 서비스 웹페이지로 이동하면 나타나는 초기화면이다. 이후 원격탐사자가 영상을 선택하면 데이터베이스 서버에 접속하여 Fig. 12(b)와 같이 선택된 영상

을 보여주게 되고, 영상은 512×512 의 원시영상 형태로 입력되어 있다. Fig. 12(c)는 원격탐사자가 영상의 명도를 조정하는 경우를 보여주며, Fig. 12(d)는 영상의 경계선을 선명히 보여주는 경계선 검출을 요구한 경우이다. 이외에도 많은 영상 처리를 제공하고 있다.

2. 시스템 분석

다음의 영상처리는 모두 LAN환경에서 실행된 것들이며 수행에 사용한 클라이언트 컴퓨터는 메모리 32MB를 가진 Pentium-100 MHz PC이며, 디스플레이 되는 영상의 크기는 $512 \times 512 (=0.25\text{Mbytes})$ 인 경우이다. 평균 수행시간은 표 1에 나타나 있다.

Table 1에서 보듯 처음 영상을 가져올때를 제외하고는 모두 5초미만의 짧은 시간이 걸렸음을 알 수 있다. 이 환경을 그대로 WAN으로 가져갈 경우 더 느려지는 것이 불가피하다. 따라서 서

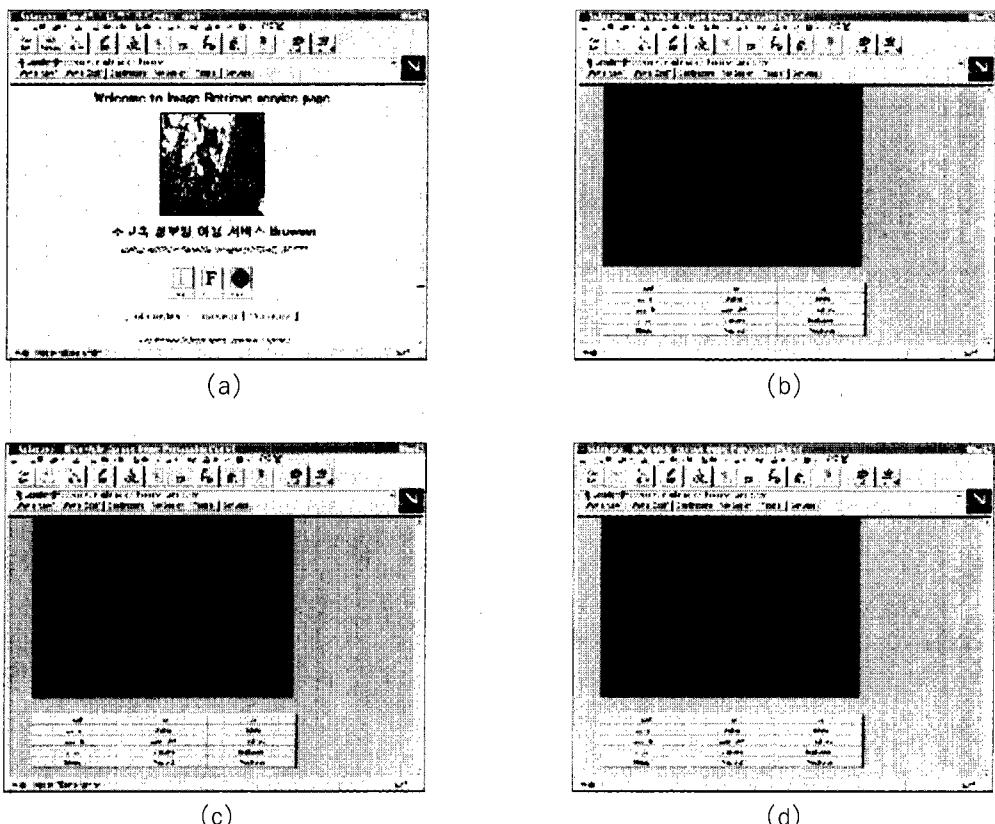


Fig. 12 : (a)Initial Display (b)Image Selection (c)Image Brightness Adjustment (d)Edge Finding

Table 1 :각 기능 수행시 걸리는 시간

실 행	걸린시간(s)
영상을 처음 디스플레이 할때	13 ~ 15
영상 확대, 축소	1.5 ~ 2
영상 감도 조정	2 ~ 3
영상 개선	2 ~ 3
경계면 탐색	2 ~ 3

버 측에서 영상처리를 한 후, 네트워크를 통해 전송받는 방식보다, 소프트웨어를 전송받아 사용하는 경우, 원격탐사자들의 영상활용패턴을 감안한다면 훨씬 유용하게 된다. 하지만 구현된 시스템 역시 초기 영상을 가져오는 경우 많은 시간이 걸리게 되며, 원영상 전체를 가져오는 경우는 더 심하게 된다. 따라서, 속도와 자원의 효율성을 높이기 위해서 브라우징용으로는 lossy압축, 분류등을 위해서는 lossless압축을 하는것이 바람직하다. 참고로 현재까지 구현된 인공위성 수신 영상 처리 시스템에 대한 실제 사용은 URL(<http://casatum.kaist.ac.kr/dlib>)를 이용할 수 있다.

V. 결론 및 토의

무선 통신환경과 멀티미디어 환경의 보급으로 이러한 분야에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 날씨 예보, 지질, 자원, 식생, 군사 탐사등의 분야에서 원격탐사영상은 큰 중요성을 지니고 있다. 이와같은 환경과 각국의 우주에 대한 개발로 인해 가까운 미래에 원격탐사영상은 그 종류가 더욱 더 많아지고 접근성도 더욱 향상될 것이다(Berkeley 1997). 본 논문에서는 인공위성들이 생성하는 원격탐사영상을 분석하는 기법과 시스템들에 대해 고찰하였으며, 인터넷을 이용한 원격탐사영상 처리시스템을 설계, 구현하였다. 구현된 시스템은 보편화된 Web 인터페이스를 사용하였으며, Java를 사용하여 추가적인 소프트웨어 없이 인터넷상에서 수행할 수 있도록 구현되었다.

본 논문은 이 시스템이 인터넷환경하에서 DBMS에 접근하여 사용자가 지정한 원격탐사영상 을 보이고, 영상을 처리할 수 있음을 보였다. 개인 원격영상처리 시스템으로 발전하기 위해서는 영상처리 모듈을 라이브러리화하는 과정이 필요하고, 제3의 개발자들을 위한 구조를 고려해야 한다.

앞으로의 연구과제로는 DBMS와의 연동을 위한 드라이버와 원격영상전용 프로토콜의 연구 와 보다 더 세밀한 영상처리를 위한 인터넷상에서의 영상처리 모듈 개발과 그에 따른 라이브러리의 개발, WAN환경하에서의 영상 전송 효율성을 위한영상압축과 등록된 사용자들을 지원하기 위한 사용자인증기법에 대한 연구가 필요하다.

참고 문현

- D. R. Sloggett, 1989. "Satellite Data Processing, Archiving and Dissemination(vol.1,vol.2): Applications and Infrastructure, Functions, Operational Principles and Design," John Wiley & Sons.
- Anders Klemets 1994. "The Design and Implementation of a Media on Demand System for WWW," WWW Conference Proceeding.
- Berkeley Digital Library site 1997. "<http://Sunsite.Berkeley.edu/>".
- Rafael C. Gonzalez and Paul Wintz 1987. "Digital Image Processing," Addison-Wesley Publishing Company.
- Arthur van Hoff and Sami Shaio and Orca Starbuck 1996. "Hooked on Java," Sun Microsystems Inc..
- SPOT, LANDSAT-7 NASA site 1997. "<http://www.spot.com/>,<http://ls7pm3.gsfc.nasa.gov/>".
- Illustra corp. 1995. "Web Datablade Guide,"
- Illustra corp. 1995. "User's Guide,".
- Illustra corp. 1995. "System Administration,".
- Johannes G. Moik 1980. "Digital Processing of Remotely Sensed Images," Goddard Space Flight Center.
- Dwayne Phillips 1994. "Image Processing in C," R & D Publications. Inc.
- PCI Remote Sensing Corp, "GCPWorks,".
- Earth Observation System 1997. "<http://eospso.gsfc.nasa.gov/>".
- Earth Observation System 1997. "<http://www.efn.org/~bjr/hotlist/space.html\#missions>,".