

Hige Performance Internet을 이용한 지구관측 영상 자료의 분배

한국과학기술원 김현철
 인공위성연구센터 박원규
 한국과학기술원 전길남¹

1. 서 론

1999년 5월 26일 해상도 13.5m의 컬러 영상을 획득할 수 있는 우리별 3호 발사와 더불어, 우리나라도 원격 탐사 위성 보유국 대열에 합류하게 되었다. 또한 1999년 11월 경에 해상도 6.7m급의 고해상도 흑백 카메라를 탑재한 다목적 실용위성 1호가 발사될 예정으로, 위성 영상을 이용한 원격 탐사분야의 연구활동이 더욱 더 활발해질 것으로 예상된다. 위성을 이용한 원격 탐사가 본격적으로 시작되기 위해서는 여러 가지 기술들이 뒷받침되어야 하지만, 그 중에서 핵심적인 세 가지를 기술해 보자면 다음과 같다. 본 논문에서는 이 세 가지 핵심 요건 중 두 번째 조건인 영상의 분배에 관해서 논한다.

- 과거로부터 현재까지 방대한 양의 다양한 위성영상이 축적되어 있어야 하며, 같은 종류의 위성영상이 미래에도 연속적으로 계속 획득될 수 있도록 되어야 한다.
- 위성 영상을 수신하고 처리한 후, 이를 필요로 하는 사용자들에게 신속하게 전달할 수 있도록 분배하기까지의 전체적인 시스템이 구축되어야 한다.
- 위성영상으로부터 필요한 정보를 추출할 수 있는 제반 시스템 및 소프트웨어가 갖추어져야 한다

위성 영상은 디지털 자료로써, 한 장 단위 영

상의 크기가 수십 메가 바이트(MByte)에서 수백 메가 바이트에 이른다. 이러한 대용량의 위성 영상 자료들의 분배는 주로 대용량의 자료를 저장할 수 있는 미디어인 CD-ROM이나 tape 등에 저장한 후, 사용자에게 우편 또는 인편으로 보내는 방식으로 이루어져 왔다. 따라서 사용자는 위성 영상이 수신된 후 최소한 수일에서 일주일 정도의 시간을 기다려서 획득하여 분석작업을 수행할 수 밖에 없었고, 이로 인해 신속히 분석 작업이 이루어져야 하는 재난 감시(disaster monitoring)와 같은 분야에서는 상당한 어려움이 있었다. 특히, 외국에서 보유하고 있는 위성으로부터 필요한 영상 자료를 받을 때에 이 문제는 더욱 심각해진다. 국내에서 수신 받지 않는 외국 위성의 영상의 경우, 외국의 분배 회사를 통하여 원하는 영상을 획득하고자 한다면 원하는 영상이 수신된 후 최소한 몇 개월을 기다려야 한다. 위성에서 지구를 관측한 영상(Earth observation image)은 각종 자연 재해와 재난을 감시, 분석하고 예측하는 데 필수적인 자료로써, 이들을 신속하고 정확하게 분배하는 것이 수집된 자료의 활용 여부에 결정적인 역할을 한다고 볼 때, 현재의 분배 방법으로는 확실히 역부족이다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로써 고대역폭의 고성능 인터넷(High Performance Internet)을 활용하여 대용량의 위성 영상 자료를 분배하는 기반 시스템 구축을 위한 연구가 세계 도처에서 시작, 진행되고 있다. 본 논문에서는 위성 영상과 그 분배에 대해 간략히 소개하고, 한국과학기술원(이하 KAIST)에서 추진 중인 'High Performance Internet을 통한 위성 영상 분배 시스

¹ 종신회원

템'의 기반 네트워크 환경과 시스템 구축 진행 상황에 대해서 이야기한다.

2. 위성 영상의 분배

위성 영상은 다음과 같은 과정으로 사용자에게 분배된다.

1. 위성영상의 수신
2. 위성영상의 저장 및 카탈로그 정보 생성 (촬영시각, 운량, 촬영지역, 축소된 영상, ...)
3. 사용자의 카탈로그 검색 및 필요 영상 결정
4. 영상 사용 신청
5. 위성 영상 처리(기하학적 방사학적 보정)
6. 위성 영상 제품 송부(분배)

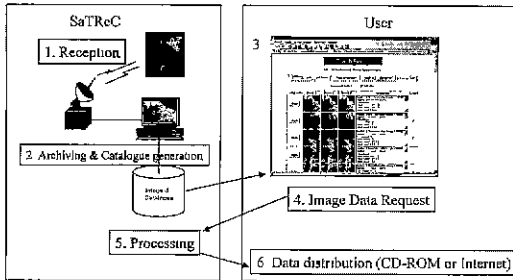


그림 1 위성 영상의 분배 과정

위성 영상의 분배는 현재 국내 수신소의 경우, CD-ROM이나 tape을 사용하고 있다. 국내에는 한국과학기술원 인공위성연구센터(SaTReC), 항공우주연구소 및 전파연구소 등 3개소에 위성 영상 수신소가 설치되어 있다. 각 수신소 별 수신 위성과 보유하고 있는 영상의 용량은 표 1과 같다.

표 1 국내 수신소의 수신 위성의 종류, 보유 영상의 용량

	수신 위성	보유 영상의 용량	비고
인공위성 연구센터 (SaTReC)	우리별3호, SPOT(프랑스), JERS-1 (일본)	약 300 Gbyte	
항공우주 연구소	다목적선용위성 1호 (1999년 말 발사에경)	수신 예정	발사 후, 최대 8 Gbyte/day
전파연구소	SPOT	-	-

인공위성연구센터에서는 SPOT, JERS-1, 우리별 1, 2, 3호로부터 위성 영상을 수신받아 왔고, 1997년 5월부터 영상 자료를 저장(archiving)하고 있으며, 다음의 그림 2와 같이 위성 영상 자료를 CD-ROM, tape 등의 미디어에 복사한 후 우편 또는 인편으로 분배하고 있다.

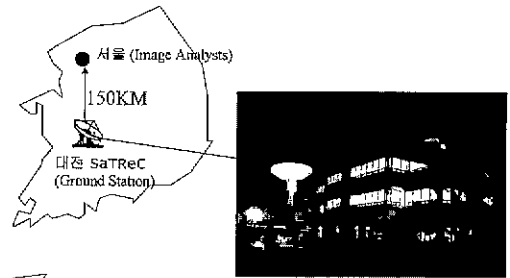


그림 2 KAIST 인공위성 연구센터에서의 위성 영상 자료 분배

3. High Performance Internet과 APAN (Asia-Pacific Advanced Network)

3.1 High Performance Internet

현재의 인터넷(commodity Internet)과 High Performance Internet의 핵심적인 차이는, 그들이 제공하는 서비스와 응용들의 질적 보장이라는 측면에 있다. 현재의 인터넷은 그저 Best Effort 서비스를 제공할 뿐이며, 그 핵심 프로토콜 스택에는 서비스의 질적인 보장이라는 개념(QoS: Quality Of Service)이 설계/구현되어 있지 않다. 이에 반해서 High Performance Internet은 그 위에서 제공되는 서비스의 질적인 측면을 어떠한 식으로든 보장하는 것을 기본 전제로 한다. 이는 메시지 주고받기, 원격 프로세싱, 자료 받기의 세 가지 단순한 형태로 대표되는 기존의 인터넷에서의 응용들보다 진일보된 - 고대역폭과 특정한 수준의 QoS를 요구하는 - 고품적인 네트워크 응용들(advanced network applications: Digital Video, Tele-immersion, Tele-medicine, ...)과 그 기반 기술들을 연구, 개발하고 실험하기 위한 연구용 네트워크로서 세계 각지에 구축되어 왔으며, 현재는 이들을 연동시킨 Glob-

al High Performance Research Network이 형성돼 가고 있는 단계이다.

3.2 APAN(Asia-Pacific Advanced Network)과 APAN-KR Network(KORAN)

APAN은 아시아-태평양 지역의 각국(대만, 말레이시아, 싱가포르, 오스트레일리아, 일본, 중국, 태국, 한국, ...)에 구축된 시험망(testbed)과 고도망(advanced network)을 연결하여 이 지역의 연구/학술계에 advanced application과 서비스에 관한 연구와 개발, 시험 환경을 제공하는 동시에, 국제 공동 협력 연구를 활성화하기 위한 네트워크 환경을 제공하는 것을 목적으로 구성된 High Performance R&D Network이다. 한국의 서울과 일본의 동경에 두 개의 교환점(Exchange Point)을 가지고 있으며, 이 두 교환점을 중심으로 한 네트워크 토폴로지는 다음의 그림 3과 같다.

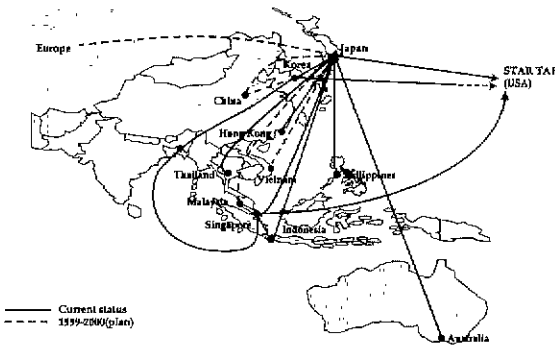


그림 3 APAN Network Topology(1999년 6월 1일 현재)

APAN-Korea 컨소시엄(APAN-KR)은 APAN의 한국 지역 컨소시엄으로, KORAN은 APAN과 연결된 APAN-KR의 네트워크를 말한다. 한국

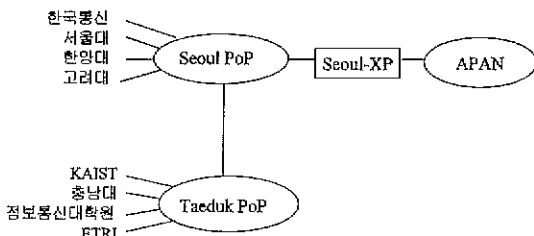


그림 4 APAN-KR Network(KORAN)

내의 대학들과 연구기관들에게 advanced network application과 서비스에 관한 연구/개발을 위한 High Performance Network를 제공하고, 국내/국제 기관들 간의 공동 협력 연구를 활성화하기 위한 네트워킹 환경을 제공하는 것이 목적이며, 초고속 선도 시험망의 한 부분이다. KORAN에는 1999년 10월 현재 국내 총 8개의 대학들과 연구기관들이 참여하고 있다.

4. Earth Observation Image Data Access through High Performance Internet

4.1 Network

APAN은 미국 시카고에 위치한 STARTAP (Science, Technology, And Research Transit Access Point)을 교환점으로 해서 아래 그림 5와 같이 Global High Performance Research Networks의 한 부분으로 연결되어 있다.

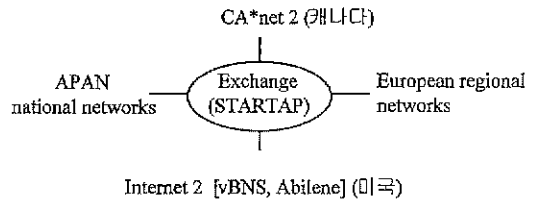


그림 5 Global Advanced Research Network

따라서, APAN-KR Network(KORAN)에 연결되어 있는 KAIST 내의 인공위성연구센터에서 제공하는 위성 영상 자료들은 다음 그림 6과 같이 연결을 설정함으로써 KORAN에 연결되어 있는 국내 기관들에게는 물론, APAN을 거쳐 Global High Performance Research Network에 직접/간접적으로 연결되어 있는 전세계 주요 연구 기관과 대학 중 자료를 필요로 하는 모든 곳에 초고속으로 분배할 수 있다. 인공위성연구센터는 KAIST 캠퍼스 네트워크에서 100~622 Mbps로 연결되어 있고, KAIST와 Seoul-XP (서울 교환점)은 초고속 선도시험망을 통해 35~150 Mbps로 연결되어 있으며, Seoul-XP와 Tokyo-XP(동경 교환점)는 APII(Asia-Pacific

Information Infrastructure)의 한일간 8~45Mbps 링크로, 그리고 Tokyo-XP와 STARTAP은 73Mbps의 TransPAC 링크로 연결되어 있다.

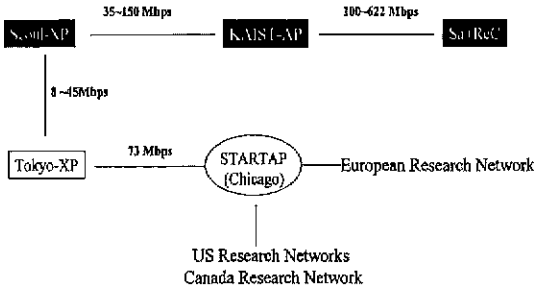


그림 6 Global High Performance Internet 을 통한 위성 영상 분배 : Network

실험 결과에 따르면, KAIST 내의 웹 서버 또는 FTP 서버에 저장된 대용량의 자료를 위 그림 6과 같이 APAN과 vBNS 네트워크를 사용하여 미국의 인디애나 대학에서 받을 때, 수 기가 바이트 정도의 자료를 하루만에 한번도 끊기지 않고 안정적으로 자료를 가져갈 수 있었으며, 일본의 APAN-JP 네트워크에 연결되어 있는 일본 농림수산성(MAFFIN)의 FTP 서버에 저장되어 있는 Bio-mirror 서버(DNA Data Bank, Enzyme nomenclature Data Base, Protein Information Resource 등의 BioInformatics 관련 자료를 제공하는 서버. Global High Performance Research Network에 연결된 미국, 싱가포르, 오스트레일리아, 일본, 중국, 한국의 6개국에서 APAN을 통해 복제, 저장하여 서비스 하고 있다.)로부터 16 기가 바이트 정도의 자료를 KAIST 내의 복제 서버로 이틀~사흘만에 가져올 수 있었다. 같은 식으로 인공위성연구센터의 수~수십 기가 바이트에 달하는 위성 영상 정보도 수~수십 시간 만에 분배될 수 있으며, 이는 High Performance Internet 상에서 가능하게 된 advanced application/service들 중 하나로써 굉장히 좋은 예가 된다.

4.2 Storage

자료를 네트워크를 통해 분배하고 공유할 때, 네트워크 외에 또 한 가지 중요한 요소 자원 (fundamental resource)이 바로 자료 기억장치(이하

storage)다. 특히 광역 네트워크 상의 많은 수의 사용자들이 자주 반복적으로 요구하는 자료인 경우에 이 storage의 역할이 중요한데, 광역 네트워크(특히 국제 회선)의 대역폭 사용량, 사용자들의 자료 요청 후 기다려야 하는 대기 시간, 자료 제공 서버의 부하 분산을 목적으로 널리 사용되고 있는 네트워크 캐쉬(cache)가 한 가지 좋은 예이고, 또 다른 예는 고정적으로 정해진 서버의 디렉토리 구조와 그 안에 포함된 자료들을 복제(replicate)하는 미러링(mirroring)이다. 기존의 인터넷에서 널리 사용되는 이 두 가지 방법은 각각 서로 다른 접근방법과 장단점을 가진 채 공존해왔으며, 앞으로도 네트워크 상의 효율적인 자료 공유 패러다임을 연구하는 network storage 분야의 핵심 기초 기술이 될 것으로 예상되고 있다.

본 연구실의 실험 결과에 따르면 한국의 경우, 기존의 인터넷에서는 국제 회선을 통해서는 네트워크 상에서 최대 10 메가 바이트 정도까지의 크기를 가진 자료들만을 안정적으로 전송받을 수 있으며, 그 이상의 크기를 가진 자료들의 경우에는 제대로 전송을 받기가 힘들다. 그 이상의 크기를 가진 자료를 받기 위해서는 비교적 사용하는 사람들의 수가 적은 늦은 밤이나 이른 새벽을 이용해야 하며, 이런 시간 내에 처음부터 끝까지 받아낼 수 없을 만큼 큰 자료들의 경우는 국제 회선을 통해 받는 것이 상당히 어려운 일이다. 이는 서비스 질의 보장 개념(QoS Guarantee)이 없는데다가 많은 사용자들에 의해 한꺼번에 공유되는 국제 회선의 경우 네트워크 혼잡 폭주 현상(congestion)이 자주 발생하기 때문이다. 기존의 인터넷에 연결되어 작동하는 캐쉬의 경우 10 메가 바이트 이상의 자료들은 캐싱을 해주지 않고 이를 요구한 사용자에게만 자료를 제공한 후 버리는 경우가 대부분인데, 이는 한정된 캐쉬 공간이 몇몇의 큰 자료들만을 위해 차지되는 것을 막기 위해서이기도 하지만, 실제로 국제 회선을 통해 제대로 전송받을 수 있는 자료량이 현재까지는 10 메가 바이트 수준을 넘기가 어렵기 때문이기도 하다.

그러나 차세대 High Performance Internet의 경우, Global 네트워크에서 안정적으로 전송받고 공유할 수 있는 자료의 크기가 위에서 본 것과

같이 수~수십 기가 바이트 수준이므로, 크기가 큰 자료들은 저장하지 않는 기존의 캐쉬들로는 효율적인 자료 공유를 할 수 없다. 그리고, 오직 사용자가 요구한 자료들만을 수동적으로 캐싱하고, 수 시간에서 수 일 정도만을 캐싱 해뒀다가 지우는 식으로 크기가 작은 자료들의 경우에 맞게 디자인된 자료 삭제/대체 전략(removal/replacement policy)을 가진 기존의 캐쉬 시스템으로는 대용량의 자료들을 효율적으로 공유하기에 적합하지 않다. 대용량의 자료들은 작은 자료들에 비해서 갱신(update)이나 삭제가 자주 되지 않고, 한번 만들어진 대용량의 자료는 위성 영상 이미지나 Bio-mirror의 데이터, 영화 자료들과 같이 상당 기간동안(때로는 영구적으로) 유지되고 이용되는 성격이 강하기 때문이다. 즉, 수동적인 캐싱 보다는 미러링의 경우와 같이 캐쉬에 저장된 모든 대용량 자료들의 갱신/삭제 여부를 주기적으로 체크하고 그 결과를 삭제/대체 할 것인지의 결정에 반영하는 기능이 필수적이고, 기본적으로 캐싱 기간은 기존 캐쉬 시스템에 비해 길게 설정되어야 한다. 그리고, 단 시간에 받기 힘든 대용량의 자료들의 경우에는 사용자가 전송받고 싶은 자료들을 미리 정해진 시간 또는 시일 안에 저장을 하게 예약을 한 후 차후에 받아가게 하는 예약 캐싱/저장 기능도 유용할 것이다. 결국 공유 대상이 되는 자료의 크기와 기반 네트워크 환경이 발전함에 따라 해결되어야 할 의미있는 문제들의 set이 달라지고, 이에 대한 해결책으로 만들어질 시스템은 위에서 언급된 내용과 같이 기존의 캐싱과 복제(replication) 기술이 통합된 모습으로 나타날 것이다.

본 연구실에서는 이러한 차세대 캐쉬 시스템의 요구 조건을 분석하여 이를 토대로 Large Object Cache 시스템을 연구, 개발하고 있으며, 첫 번째 prototype으로 50~100 기가 바이트의 자료를 저장하고 APAN에 연결하여 서비스 중이다. 대용량의 위성 영상 자료, 멀티미디어 자료, Bio-mirror 자료, software 자료 등을 High Performance Internet 상에서 효율적으로 공유하고 분배하기 위한 storage system으로 구축하고, advanced network application들을 위한 기반 시스템으로 활용할 계획이다.

5. 맺음말

외국의 경우, 인터넷을 통한 위성영상의 분배 및 정보 공유는 GOIN(Global Observation Information Network)이라는 이름 하에 미국과 일본이 주축이 되어 추진 중에 있다. 1999년 현재, 이들은 미국의 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)에서 수신한 위성 영상과, 일본에서 계획 중인 2m 급 해상도 위성인 ALOS 영상을 전세계 원격 탐사 분야 연구자들에게 국가간의 초고속 정보 통신망을 통하여 제공하는 작업을 추진 중이다. 지구상에 최근 급격히 증가하고 있는 기상 이변, 천재지변 등을 공동으로 대처하는 데에 그 목적이 있으며, 각국에서 활동하는 원격 탐사 분야 연구자들을 초고속 네트워크로 연결하여 효율적인 지구 환경 분석 연구 작업을 수행하기 위해 GOIN이라는 프로젝트를 형성한 것이다. 우리나라에서도 정보통신부를 주축으로 하여 위성영상의 데이터 베이스를 구축하고, 초고속 선도 시험망을 통하여 위성 영상을 전송하는 작업을 시작하려는 단계에 있다. 위성 영상 자료를 네트워크를 통하여 신속한 검색 및 분배를 가능하게 해주는 시스템은 수신된 데이터의 활용도를 높이고, 산림 파괴 감시, 환경 감시, 재난 감시/예측 등의 여러 분야에 있어서 유용한 정보로 사용되게 할 것이다. 위성영상의 과학/공학 및 실생활에의 응용에 대한 필요성과 유용성을 미국, 프랑스, 일본 등 각 선진국에서는 이미 오래 전에 인식하여 많은 투자를 아끼지 않아 현재 상당 수준에 이르러 있는 것으로 보고되고 있다. 현재 우리나라에서도, 우리별 3호를 필두로 하여 다목적 실용위성 1, 2호기 등의 원격 탐사 위성 발사를 계획해놓고 위성체 개발뿐만 아니라 관련 수신 시스템, 영상 처리 시스템 등을 일부 개발 완료하고 개발 중에 있는 상태로, 이렇게 수신되고 처리된 자료들을 High Performance Internet을 통하여 국내/국외로 신속하게 분배하는 시스템을 구축하고 공유하는 것은 필수적이라 할 수 있겠다. 고도로 발전된 컴퓨터 네트워킹 분야와 복합 기술 분야인 위성 기술의 접목이 낳은, 인간의 실제 생활에 큰 도움이 될 새로운 세대의 advanced networking application으로서, High Performance Internet

을 이용한 위성 영상 자료의 분배는 지금, 주목할만한 주제임에 틀림없다.

참고문헌

- [1] APAN <http://www.apan.net>
- [2] APAN-KR <http://www.kr.apan.net>
- [3] SaTReC <http://satrec.kaist.ac.kr>
- [4] Internet 2 <http://www.internet2.edu>
- [5] vBNS <http://www.vbns.net>
- [5] Abilene <http://www.internet2.edu/abilene>
- [6] STARTAP <http://www.startap.net>
- [7] CA*net 2 <http://www.canarie.ca/c2>
- [8] GOIN <http://www.nmic.noaa.gov/GOIN/GOIN.html>



김 현 철

1995 한국과학기술원 전산학과 학사
 1997 한국과학기술원 전산학과 석사
 1997~현재 한국과학기술원 전산학과 박사과정 재학중
 관심분야: network caching, replication, network storage, resource discovery, high performance network applications
 E-mail: hckim@cosmos.kaist.ac.kr

박 원 규



1991 한국과학기술원 전기·전자공학부 학사
 1996 University of Iowa 전기 및 컴퓨터 공학 박사
 1997~현재 인공위성연구센터 원격탐사연구실 응용연구팀 팀장
 관심분야: 영상 이해, 분석 알고리즘 개발, 위성 영상 응용 연구, 위성영상으로부터의 정보 추출, 퍼지 이론, 인공지능을 이용한 패턴 인식 등
 E-mail: wpark@satrec.kaist.ac.kr

전 길 남



1965 오사카 대학 Engineering 학사
 1967 UCLA Computer Science 석사
 1974 UCLA System Engineering 박사
 1969~1974 Rockwell International, Computer System Design Dept., Engineer
 1971~1974 UCLA Postgraduate Research Associate
 1979~1982 Electronics and Telecommunications Research Institute (KIET), Systems Division, Principal Investigator
 1982~현재 한국과학기술원 전산학과 교수
 1987~1988 Cambridge University, Advanced Network System Architecture, 방문교수
 1994~1995 Stanford University, Center for Studies of Language and Information, 방문교수
 관심분야: 분산 처리, 컴퓨터 네트워킹, 시스템 엔지니어링, 인간-컴퓨터 상호작용
 E-mail: chon@cosmos.kaist.ac.kr

• 제17회 정보산업리뷰 심포지움 •

- 일 자 : 1999년 12월 10일
- 장 소 : 코엑스
- 문 의 처 : 한국정보과학회 사무국
 Tel. 02-588-9246, Fax. 02-521-1352
<http://kiss.or.kr>, E-mail: kiss@kiss.or.kr