

DIGITIZED SKY SURVEY I 자료의 검색 DB 구축
CONSTRUCTION OF DATABASE FOR THE DIGITIZED SKY SURVEY I DATA

성현일, JIAN SANG, 김상철, 김봉규, 임인성, 안영숙, 손상모, 양홍진
한국천문연구원

HYUN-IL SUNG, JIAN SANG, BONG GYU KIM, IN SUNG YIM, SANG CHUL KIM, YOUNG SUK AHN,
SANGMO TONY SOHN, AND HONG-JIN YANG

Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 305-348, Korea

E-mail: hisung@kasi.re.kr

(Received November 16, 2005; Accepted December 8, 2005)

ABSTRACT

The First Generation Digitized Sky Survey (DSS-I) is a collection of digitized photographic atlases of the night sky taken from the Palomar Observatory (northern sky) and the Anglo-Australian Observatory (southern sky). DSS-I is widely used by the astronomical community for a number of applications including object cross-identification and astrometry. However, accessing and retrieving the actual images are nontrivial owing to the huge size (> 60 GB) of the dataset. To facilitate retrieval process of DSS-I data for the public, Korean Astronomical Data Center (KADC) developed a web application that provides not only data retrieval but also visualization functions. The web application consists of several modules developed using Java Applet, Jave Servlet, and JaveServer Pages (JSP) technologies. It allows users to retrieve images efficiently in various formats such as FITS, JPEG, GIF, and TIFF, and also offers an interactive visualization tool, ImgViewer, for displaying/analyzing FITS images. To use the web application, users require a java-enabled web browser.

Key words: astronomical databases

1. 서론

관측천문학은 하늘의 특정영역에 대한 사진관측으로부터 시작되었으며, 이후 전천의 이미지를 확보하기 위한 계획을 수립하게 되었다. 1950년에 Palomar Oschin Schmidt 망원경으로 북반구 하늘의 이미지를 얻기 시작하면서 전천에 대한 사진관측이 이루어졌다. 이후 1970년대부터는 UK Schmidt 망원경으로 남반구 하늘의 전천 이미지를 확보하게 되었다. Digitized Sky Survey I (DSS-I) 자료는 남-북반구의 전천을 촬영한 사진건판을 디지털화 한 것으로, 천문학 연구에 활용할 수 있도록 공개되어 있다.

미국과 일본 등 여러나라에서는 각국의 천문 데이터센터 내에 이 자료들을 DB화하여 이용하고 있다. 한국천문연구원 천문우주정보센터(Korean Astronomical Data Center, KADC, <http://kadc.kasi.re.kr>)도 이 자료를 웹 검색 및 다운로드가 가능하게 DB화하여 전문가와 일반인을 대상으로 서비스하고자 한다. 천문우주정보센터 내의 이 DB는 기본 검색조건이 좌표이지만, SIMBAD의 name resolving 기능

을 채택하여 천체명 검색이 가능하게 제작하였다. 출력되는 결과물의 포맷은 FITS와 JPEG, GIF, BMP 등으로 다양하며, 웹에서 직접 보거나 다운로드 받을 수 있다. FITS 파일로 출력하는 경우에는 Java Applet을 사용하여 FITS 파일을 웹 브라우저 상에서 직접 볼 수 있으며, 이미지의 확대와 축소뿐만 아니라 스케일과 색상을 선택할 수 있고 그래픽 구현과 통계치 확인도 가능하다. DSS-I의 검색결과 얻어진 FITS 파일을 웹 상에서 다양하게 처리할 수 있는 이 기능은 외국에서는 아직 시도되지 않은 것으로 천문우주정보센터에서 처음으로 구현 되었다.

천문우주정보센터는 DB 구축의 기반 기술을 확보하기 위해 미러링 작업과 고천문기록의 DB화 등의 작업을 해 왔으며(성현일 등 2002; 성현일 등 2004b), 보현산천문대와 소백산천문대 등 국내의 관측자료를 DB화하는 작업을 수행해 왔다(성현일 등 2003; 성현일 등 2004a; Sung et al. 2004). DSS-I DB는 국외의 천문관측자료를 우리나라에서 DB화 한 최초의 자료로써, 국내 연구자의 연구효율을 높이고 천문자료의 대중화에 기여하게 될 것이다. 또한 활용가

표 1. DSS-I 자료 건판

Survey	Epoch	Emulsion	Band	Dec.Zones	No. Plates	Pixel
POSS-IE	1950-58	I03aE	R	+90:-30	935	1", 1.7"
SERC J	1975-87	IIIaJ+GG395	Bj	-20:-90	606	1.7"
SERC EJ	1979-88	IIIaJ+GG395	Bj	-00:-15	288	1.7"
SERC-QV	1986-88	IIIaJ+GG495	V	S. Galactic Plane	94	1", 1.7"
SERC-V PAL-V1/5	1979-85	IIIa-J+GG495	V	Selected objects	5	1.7"

표 2. 외국의 DSS-I 웹 사이트

나라	DSS-I 서비스 명	웹 주소
미국	STScI Digitized Sky Survey SkyView (Goddard Space Flight Center)	http://archive.stsci.edu/cgi-bin/dss_form http://skyview.gsfc.nasa.gov/
캐나다	Canadian Astronomy Data Centre	http://cadwww.dao.nrc.ca/dss/
독일	ESO Online Digitized Sky Survey	http://archive.eso.org/dss/dss/
이탈리아	SkyEye	http://db.ira.cnr.it/skyeye/
영국	LEDAS Digitized Sky Survey	http://ledas-www.star.le.ac.uk/DSSimage/
일본	Digitized Sky Survey Online	http://dss.mtk.nao.ac.jp/

치가 높은 국외 관측자료들의 국내 축적과 대용량 자료의 DB 구축 기술을 발전시키는 기초가 될 것이다.

2장에서는 DSS-I 자료의 특징과 웹 사이트에 관하여 설명하고, 3장에서는 웹 응용 프로그램에 관하여, 4장에서는 검색기능에 관하여, 5장에서는 결과와 구현기능에 관하여 다루며, 6장에서는 결론을 논하고자 한다.

2. DSS-I 자료

2.1 관측자료

DSS-I 자료는 1950년부터 1959년까지 Palomar Oschin Schmidt 망원경으로 관측된 사진건판과 1975년부터 1980년까지 UK Schmidt 망원경으로 관측된 사진건판을 디지털화하여 제작되었다(Lasker B. M. 1992; Lasker B. M. 1994). 사진건판의 관측파장대는 R과 B, V 필터 영역이며 각각의 사진자료에 관한 구체적인 사항은 표 1에 나타난 것과 같다.

DSS-I 자료는 각각의 사진건판을 14,000×14,000의 16bit pixel로 스캔한 뒤, 파일의 크기를 줄이기 위해

H-Transform(Fritze et al. 1977; Richter 1978; Capaccioli et al. 1988)이란 기술을 사용하여 각 파일을 10분의 1로 압축한 것이다. 압축된 파일은 약 60GB의 분량으로 102장의 CD-ROM에 담겨져 있다.

2.2 외국 DB

DSS-I 자료를 DB화하여 웹 서비스를 하는 나라는 미국, 캐나다, 독일, 이탈리아, 영국, 일본 등이 있다. 각 나라의 서비스 명과 웹 사이트는 표 2와 같다.

3. 응용 프로그램 및 구현환경

3.1 응용 프로그램

Java가 구현되는 웹 브라우저를 이용하여 HTTP 프로토콜을 통해 Web Client는 Web Server의 응용 프로그램에 접근하고 실행시킬 수 있다(그림 1). Web Server의 응용 프로그램은 Name Resolve와 DSS-I Image Access의 2가지로 크게 나눌 수 있으며, Image Access는 그림 2와 같이 세 부분으로 구성되고 프로그램들이 상호 연결되어 작동하고 있다.

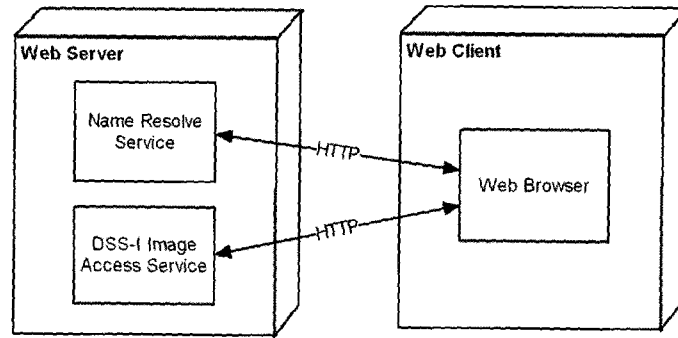


그림 1. 웹 응용 프로그램의 구조도. 전체적인 흐름은 자료를 보관하고 처리하는 Web Server와 사용자 측면의 Web Client로 크게 나눌 수 있고, Web Server는 Name Resolve와 DSS-I Image Access 기능으로 구성 된다.

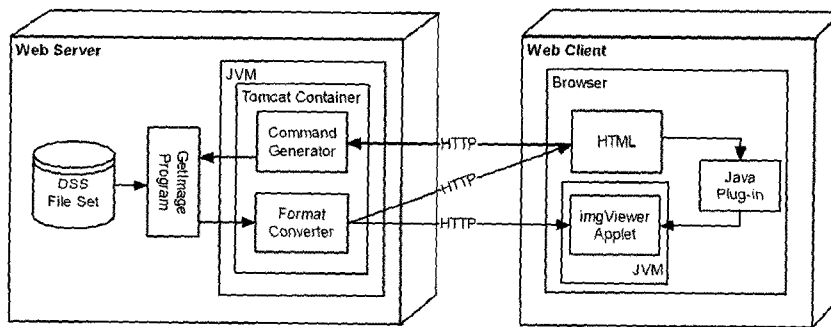


그림 2. 웹 응용 프로그램의 구조도. 사용자가 웹 브라우저의 검색화면에서 명령을 내리면 HTML로 Web Server에 전달된다. 전달된 명령은 먼저 Command Generator를 통해 해석되고, GetImage 프로그램을 통해 DB에서 자료를 추출하게 된다. 그리고 Format Converter를 통해 원하는 format의 이미지 파일을 만든 다음 사용자에게 전달한다. 결과를 화면으로 출력하는 경우, 이미지 파일이 JPEG 또는 GIF format이면 HTML에서, FITS format이면 ImgViewer Applet에서 처리를 하게 된다.

GetImage 부분은 STScI에서 개발한 C 프로그램으로 구성되어 있으며 DSS-I CD-ROM에 담겨있다. Command Generator와 Format Convert 부분은 Tomcat 아래에서 작동하는 Java Servlet으로 천문우주정보센터에서 개발하였다. Tomcat은 Apache 그룹에서 개발한 웹 서버 엔진으로 순수한 Java 패키지이며 Java Virtual Machine(JVM) 환경에서 작동한다(Field et al. 2002; Graham 2002).

3.1.1 Command Generator

웹을 통해 사용자가 이미지 구현 요청을 보내면, 인터넷을

통해 전달된 명령을 command Generator 부분이 받아 이에 대한 응답을 한다. 먼저 이 명령은 command line으로 변형된 뒤 GetImage 부분을 불러 실행을 하게 된다. 리눅스 시스템에서의 실행명령 예는 다음과 같다.

```
echo "sdfk23d 01 02 23.4 +82 30 45.0" |
getimage> &/dev/null
```

3.1.2 GetImage

GetImage는 CD-ROM이나 하드디스크에 담긴 압축된 자료로부터 원하는 부분을 추출하여 압축을 푼 다음 FITS

The DSS-I Image Search Interface

Get an Object's Coordinates(Name Resolver)	
Object Name	<input type="text"/>
<input type="button" value="Get Coordinates"/> <input type="button" value="Clear Form"/>	

Retrieve The First Digitized Sky Survey(DSS-I) Image	
Right Ascension	<input type="text" value="09:55:33.17"/> (hh mm ss.ss) or (deg)
Declination	<input type="text" value="+69:03:55.0"/> (±dd mm ss.ss) or (deg)
Coordinate System	<input checked="" type="radio"/> J2000 <input type="radio"/> B1950
Image Width	<input type="text" value="30.0"/> arcminutes <90.0
Image Height	<input type="text" value="30.0"/> arcminutes <90.0
Output Format	Display as JPEG file <input type="button" value="v"/>

그림 3. DSS-I 자료 검색화면

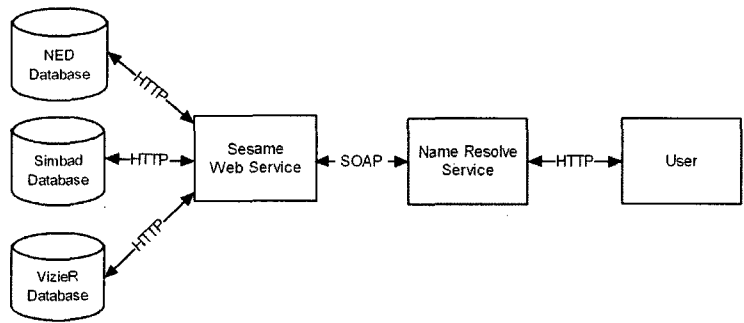


그림 4. Name Resolving 흐름도. 사용자는 HTTP를 통하여 Name Resolve Service를 요청하고, 이것은 다시 Sesame Web Service를 거쳐 세 개의 DB에 query 요청을 하여 결과를 받게 된다.

format의 이미지 파일을 만들어낸다. 이 프로그램은 command line mode로 실행이 된다.

3.1.3 Format Converter

Format Convert는 FITS format의 이미지 파일을 사용자가 요청한 이미지 파일의 형태로 변환시켜 주는 기능을 갖고 있다.

이미지 format 변환 프로그램을 적용시키기 위해 두 개의 java 패키지를 활용했다. 하나는 FITS 파일을 읽기 위한 nom.tam.fits class library 이고 다른 하나는 모든 format의 이미지들을 코드화하는 Java Advanced Imaging (JAI) Application Programming Interface (API) 이다. Format Convert 과정은 아래와 같이 세 단계로 이루어져

있다.

첫째, GetImage 프로그램에서 만들어진 FITS format 이미지를 읽고 분석한다.

둘째, FITS 이미지 array를 256 단계의 회색 이미지 array로 지도화 한다.

셋째, 256 단계의 array를 지정된 format의 이미지 자료 stream으로 인코딩 한다.

3.2 H/W와 S/W 환경

웹 응용 프로그램 중 Java에 기반한 부분은 플랫폼의 무관하게 작동한다. 따라서 Java로 개발된 GetImage 프로그램은 UNIX와 Linux, Sun Solaris, 그리고 OpenVMS 시스템에서 동작한다. 이 응용 프로그램들을 적용시키기 위해서

KADC Name Resolver

Name :

Resolver :

그림 5. Name Resolving 검색화면. 천체명을 직접 입력하게 되어 있고, 검색 요청을 보낼 사이트를 선택할 수 있다.

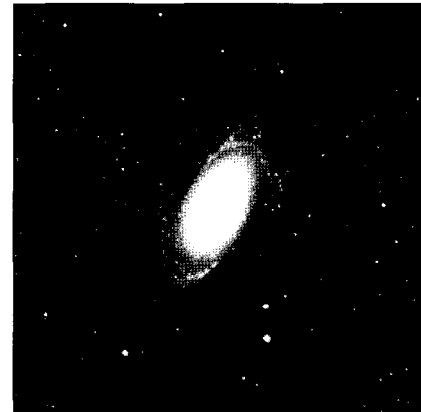


그림 7. 검색 결과화면의 이미지

```

Name Resolver : Ned
Status : Object found in Ned
RA (J2000.0): 001 8160000 deg (00 07 15 84 hmsmas)
Dec (J2000.0): +27.7080833 deg (+27 42 29.1 dmmms)
Error of RA : 1250 mas
Error of Dec : 1250 mas
Object type : G
Main name : NGC 0001 =(G)
Alias :
UGCG 00057 =(G)          CGCG 477 054 =(G)          CGCG 478 026 =(G)
CGCG 0004 6+2726 =(G)    MCG +04-01-025 =(G)          ZMASX J00071582+2742291 =(IRS)
IRAS 00047+2725 =(IRS)  IRAS F00046+2725 =(IRS)    KPG 002A =(G)
HCLM 002A =(G)          PGC 000564 =(G)          UZC J000715 9+274229 =(G)
NVSS J000715+274228 =(RadioS) LGG 002(G93) 001 =(G) [BTW2003] J0007+2740 =(RadioS)
LEDA 000564 =(G)

Name Resolver : Simbad
Status : Object found in Simbad
RA (J2000.0): 1 8165417 deg (00 07 15 97 hmsmas)
Dec (J2000.0): +27.7080278 deg (+27 42 28.9 dmmms)
Error of RA : 1799 mas
Error of Dec : 1600 mas
Object type : GalPec
Main name : NGC 1
Alias :
NGC 1                    UGC 57                    [BTW2003] J0007+2740
IRAS C0047+2725          KPG 2a                    LEDA 564
[M92c] C00441 3+272550  MCG +04-01-025          Z 0004 6+2726
Z 477 - 54              Z 478 - 26

Name Resolver : VizieR
Status : Object found in VizieR
RA (J2000.0): 001 82 deg (00 07 16.00 hmsmas)
Dec (J2000.0): +27 71 deg (+27 42 36.0 dmmms)
Main name : (NGC) 1
    
```

그림 6. Name Resolving 결과화면

는 web server에 Java Runtime Environment (JRE) 1.3

이상의 버전이 설치되고, servlet을 지원하는 Apache Tomcat과 같은 웹 서버 엔진이 탑재 되어야 한다.

천문우주정보센터 서버는 Red Hat 9.0 버전의 Linux 시스템으로, 이들 프로그램이 구현 가능하도록 환경을 갖추었다.

4. 검색기능

4.1 검색화면

압축되어 저장된 DSS-I 자료를 검색하여 원하는 이미지 파일로 추출해 내는 웹 검색화면은 그림 3과 같다.

검색대상은 천체명 또는 천체의 좌표로 입력할 수 있다. 천체명으로 검색하는 경우, Name Resolving 기능을 갖는 프로그램을 실행시켜 좌표를 찾아내게 된다.

검색결과 얻을 수 있는 이미지의 최대 크기는 90'×90'이며, 웹 브라우저에서 화면출력이 가능한 이미지의 format은 JPEG, GIF, BMP, FITS 등 이고, 다운로드가 가능한 파일의 format은 FITS, gzipped FITS, JPEG, GIF, BMP, PNG, TIFF 등이다. FITS 파일은 Java Applet을 이용하여 웹 브라우저 상에서 표현하게 된다.

4.2 Name Resolving 기능

검색을 위해 Name Resolving 기능을 갖는 프로그램을 먼저 제작하였다. 이 프로그램은 특정 천체명을 입력하면 그 천체의 좌표와 관련정보들을 생성해 내는 것으로, Ned와 Simbad, VizieR에 검색 요청을 보낸 다음 그들 사이트에서 검색한 결과를 종합하여 보여주게 하였다. 이 기능은 태양계 바깥의 천체를 대상으로 한다.

Name Resolving이 이루어지는 과정은 그림 4와 같다. 사용자는 HTTP를 통하여 Name Resolve Service를 요청하고, 이것은 다시 Sesame Web Service를 거쳐 세 개의 DB에 query 요청하게 되며 사용자는 그 결과를 받게 된다. Sesame Web Service는 Strasbourg astronomical Data Center (Centre de Données astronomiques de Strasbourg; CDS)에서 개발한 Simple Object Access Protocol (SOAP) 프로그램 이다.

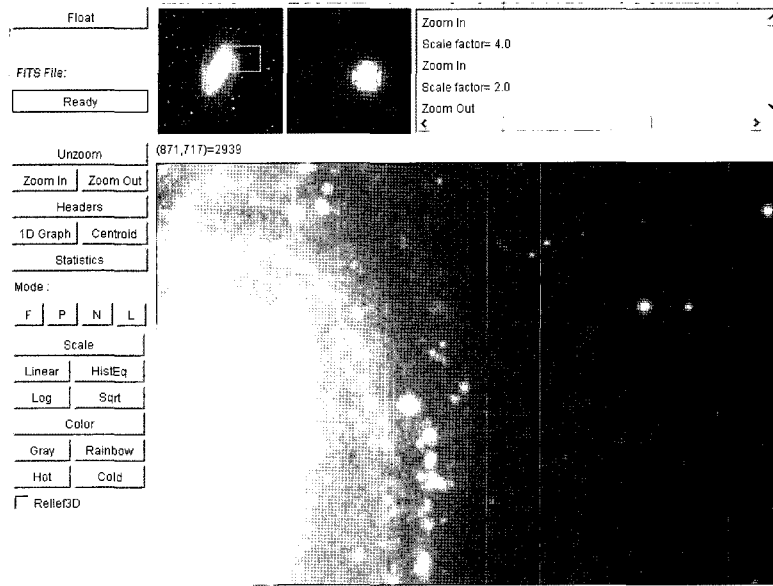


그림 8. Java Applet을 이용한 FITS 이미지 파일의 웹 구현 모습. 웹 상에서 이미지 파일을 확대·축소할 수 있을 뿐만 아니라 FITS 파일의 Head 내용을 볼 수 있고 다양한 형태로 이미지를 표현 할 수 있다.

Name	Value	HDU	Comment
SIMPLE	T		FITS header
BITPIX	16		No. Bits per pixel
NAXIS	2		No. dimensions
NAXIS1	1059		Length X axis
NAXIS2	1059		Length Y axis
DATE	*140405		Date of FITS file creation
ORIGIN	CASB-STScI		Origin of FITS image
PLTLABEL	E685		Observatory plate label
PLATEID	071E		GSSS Plate ID
REGION	XE037		GSSS Region Name
DATE-OBS	070353		UT date of Observation
UT	06:33:00.00		UT time of observation
EPOCH	1.9531786330078E+03		Epoch of plate
PLTRAH	10		Plate center RA
PLTRAM	23		
PLTRAS	3.7330500000000E+01		
PLTDESN	+		Plate center Dec
PLTDECD	71		
PLTDECM	16		
PLTDECS	1.7861790000000E+01		
EQUINOX	2.0000000000000E+03		Julian Reference frame equinox
EXPOSURE	4.0000000000000E+01		Exposure time minutes
BANDPASS	0		GSSS Bandpass code

그림 9. FITS 파일의 Head 정보. 그림 8의 Headers 메뉴를 클릭하면 나타난다.

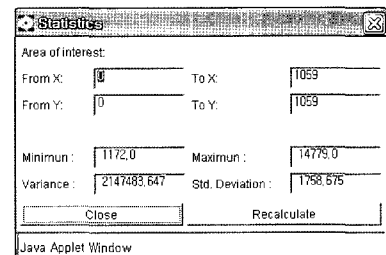


그림 10. FITS 파일의 통계값 정보. 그림 8의 Statistics 메뉴를 클릭하면 나타난다.

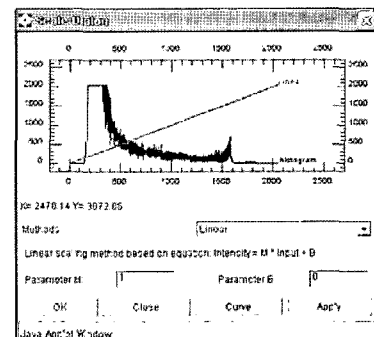


그림 11. FITS 파일의 스케일 정보. 그림 8의 Scale 메뉴를 클릭하면 나타난다.

이 기능으로 만든 검색화면과 결과화면은 그림 5, 6과 같고, 이 경우 특정 천체에 대하여 여러 가지 정보를 알 수 있다. 본 연구에서는 Name Resolving 기능 중 천체의 좌표를 찾아내는 부분만을 추출하여 DSS-I 검색화면에 탑재하였다.

Ned와 Simbad, VizieR의 웹 사이트는 각각 다음과 같다.

NED : <http://nedwww.ipac.caltech.edu>,

Simbad : <http://simbad.u-strasbg.fr/Simbad>,

VizieR : <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>

5. 검색결과 구현기능

5.1 화면 출력

검색화면에서 천체명 또는 좌표를 입력하고 원하는 이미지 크기와 출력 format을 정한 뒤 이미지 출력을 요청하면, GetImage와 Command Generator, Format Convert 프로그램이 작동하면서 압축된 파일에서 이미지를 생성해 낸다.

JPEG와 GIF 등 일반적인 파일의 경우 특별한 설정 없이 웹 브라우저 상에서 표현 가능하다. 그림 7은 한 가지 예로써, M81을 JPEG format으로 출력한 경우 화면에 나타나는 모습을 보여주고 있다.

5.2 FITS 파일 출력

FITS 파일을 화면으로 출력하기 위해, 웹 브라우저 상에서 구현이 가능한 Java Applet인 ImgViewer를 제작하였다.

이 Applet은 FitsView라는 프로그램을 탑재하여 구동되는 것으로, 사용자는 특별한 클라이언트 S/W를 설치하지 않아도 FITS 파일을 이미지화 하여 다룰 수 있게 된다.

그림 8은 Applet을 이용하여 FITS 파일을 웹 상에서 구현한 실제 예를 보여준다. 이 Applet의 특징은 다음과 같다.

- 10MB 이하의 FITS 파일을 읽을 수 있다.
- 이미지의 헤더 정보를 볼 수 있다(그림 9).
- 이미지의 특정 영역을 확대-축소 할 수 있다.
- 이미지의 색상을 흑백과 무지개, 적색, 청색, 녹색 등의 다양한 색상으로 표현 할 수 있다.
- FITS 파일 내 특정 픽셀 영역의 최대값과 최소값 등 통계 정보를 볼 수 있다(그림 10).
- 이미지를 linear와 log, wrap, square root, 그리고 histogram-equalized scaling 등의 방식으로 표현 할 수 있다(그림 11).

6. 결론

Digitized Sky Survey (DSS-I)는 천체의 이미지를 체계적으로 정리한 최초의 디지털 자료로서 Palomar Observatory Sky Survey와 Anglo-Australian Observatory (AAO)의 사진건판을 디지털화 한 것이다. 따라서 많은 천문학 전공자들이 사용하고 있다. 그러나 자료의 전체 크기가 방대하여 이미지의 원천 자료에 직접 접근하기는 어렵기 때문에, 천문학자들과 일반인들이 DSS-I 자료를 추출할 수 있도록 웹기반의 검색시스템을 개발하였다. 이 웹 검색시스템은 Java applet과 Java servlet, JavaServer Pages(JSP)를 이용하여 모듈화 방식으로 제작하였다. 이 검색시스템은, 원하는 좌표영역의 천체 이미지를 FITS와 JPEG, GIF, TIFF 등의 다양한 포맷으로 추출할 수 있는 기능을 제공한다. 또한 이 시스템은 ImgViewer란 시각화 프로그램을 지원하여, FITS 파일을 사용자의 웹브라우저에서 직접 나타내고 분석할 수 있게 하였다.

DSS-I 자료는, 관측을 준비할 때 천체의 위치와 형태, 주변 하늘을 확인하기 반드시 이용하는 필수 도구가 되었다. 또한 관측이 진행되는 동안에도 관측된 이미지를 확인하기 위해 웹을 통해 수시로 이미지를 확인하는데 사용되고 있다. 과거에는 미국과 일본 등 외국의 웹 사이트를 이용하여 DSS-I 자료를 획득했으나 이제는 우리나라에 위치한 서버에 접속하여 더욱 빠르게 자료를 얻을 수 있게 되었다. 또한 FITS 파일을 웹에서 직접 볼 수 있는 프로그램을 추가하여 확대 축소뿐만 아니라 다양한 형태로 이미지를 점검할 수 있게 하여 국외의 다른 DB와 차별화되는 유용한 기능을 제공하게 되었다.

DSS-I 검색 DB의 구축은 활용도가 높은 자료의 국내 DB 구축이라는 의미와 함께 FITS 파일의 웹 이미지화를 가능하게 했다는 의미를 갖고 있다. 웹 상에서 FITS 파일을 이미지로 구현하는 프로그램은 한국가상천문대 구축의 기반기술 중 하나로써, 본 연구는 가상천문대(김상철 등 2003) 구축을 향한 또 하나의 걸음으로 자리하게 될 것이다.

참고문헌

- 김상철, 성현일, 김영수, 임인성, 김종수, 남현웅, 김봉규, 안영숙, 2003, 가상천문대의 기본 구조와 세계적 흐름, 한국천문연구원 기술보고서, No. 3-005-055
- 성현일, 김상철, 임인성, 김봉규, 안영숙, 남현웅, 손상모, 양홍진, 2004a, 천문학논총, 19, 109
- 성현일, 안영숙, 임인성, 양홍진, 김봉규, 김상철, 신재식, 강준모, 손상모, 남현웅, 2004b, 천문학논총, 19,

121

- 성현일, 김상철, 남현웅, 김봉규, 임인성, 윤요나, 2003, 천문학논총, 18, 43
- 성현일, 임인성, 김봉규, 김상철, 김종수, 2002, 천문우주 DB 구축 및 자료처리, 한국천문연구원
- Capaccioli, M., Held, E. V., Lorenz, H., Richter, G. M., & Ziener, R., 1988, *Astron. Nachr.*, 309, 69
- Field, D. K., Kolb, M. A., & Bayern, S., 2002, *Web Development with Java Sever Pages*, 인포북 (곽용재 옮김)
- Fritze, K., Lange, M., Möstle, G., Oleak, H., & Richter, G. M., 1977, *Astron. Nachr.*, 298, 189
- Graham, S., 2002, *자바를 이용한 웹 서비스 구축*, 인포북 (석광진 옮김)
- Lasker B. M., 1994, in *Astronomy from Wide-Field Imaging*, IAU Symp., 161, MacGillivray H. T. & Thomson E. B. (eds.), Kluwer Academic Publ., p. 167 NASA ADS
- Lasker B. M., 1992, in *Digitized Optical Sky Surveys*, MacGillivray H. T. & Thomson E. B. (eds.), Kluwer Academic Publ., p. 87
- Richter, G. M., 1978, *Astron. Nachr.*, 299, 283
- Sung, H.-I., Kim, S. C., Yim, I. S., Nam, H.-W., Kim, B. G., Kim, J., & Lee D.-J., 2004, in *ASP Conf. Ser., Vol. 314, Astronomical Data Analysis Software and Systems XIII*, ed. F. Ochsenbein, M. G. Allen, and D. Egret (San Francisco: ASP), 165