

천문학 카탈로그 자료의 통합검색 DB 구축  
JAVA BASED WEB APPLICATION FOR THE ASTRONOMICAL CATALOGUES

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

HYUN-IL SUNG, JIAN SANG, BONG GYU KIM, IN SUNG YIM, SANG CHUL KIM, AND YOUNG SUK AHN  
Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 305-348, Korea  
E-mail: hisung@kasi.re.kr

(Received November 16, 2005; Accepted November 28, 2005)

ABSTRACT

We collected eleven large astronomical catalogues, which include 2MASS, USNO B1.0, GSC 2 catalogues and so on. Most of these catalogues are the frequently used by astronomers for all sorts of applications. But the researches are faced with the problem of accessing these databases because these catalogues contain from tens millions up to thousands of millions of records. So we developed a web application system to manage these large catalogues, the main purpose of the web application is to allow a powerful and efficient querying activity on these catalogues through internet by using a simple web interface. User could retrieve the query result in variety of formats including plain text, HTML, Microsoft Excel format (XLS), and VOTable. Furthermore, user also could display and analyze result graphically by using a powerful interactive visualization tools named VOPlot which was developed by the Virtual Observatory-India (VOI) project.

Key words: astronomical databases

1. 서론

천문학분야는 오랜 기간의 연구결과, 수많은 카탈로그 자료가 축적 되었고 이 자료들은 파일 형태로 공개되면서 보다 많은 연구자들이 이용하게 되었다. 카탈로그 파일은 관측준비와 망원경 스케줄 작성, 표준성 선택 등에 사용될 뿐만 아니라 날별과 은하 등에 대한 연구와 천체의 교차확인 등의 연구에도 직접 이용 가능하다. 이후 관측장비의 발달과 더불어 카탈로그의 분량은 더욱 방대해졌고, 수억 개 이상의 자료를 갖는 대용량 카탈로그에서 원하는 정보를 빠르고 정확하게 찾아 낼 수 있는 검색 프로그램의 개발이 뒤따랐다. 또한 개별적으로 공개된 각각의 카탈로그를 한 곳에서 검색하기 위한 노력도 있었다.

카탈로그의 효율적 이용을 위해 한국천문연구원의 천문우주정보센터(Korean Astronomical Data Center, KADC, <http://kadc.kasi.re.kr>)는 많이 사용되고 있는 GSC 2.2와 UCAC 2, 2MASS, USNO-B1.0, APM, DENIS 등 천문학 카탈로그 11개를 모은 다음, 이들을 통합 검색할 수 있는 Java 기반의 프로그램을 개발하였다. 그리고 검색결과는 TEXT, HTML, EXCEL, VOTable 등 다양한 형태로 출력

이 가능하고, India-VO에서 개발한 VOPlot를 적용하여 3차원 이미지로도 표현 할 수 있게 하였다.

그동안, 천문우주정보센터는 국외 사이트의 국내 미러링 작업을 통해 DB 구축의 기반 기술을 확보하였다(성현일 등 2002). 이후 고천문기록의 DB화(성현일 등 2004b)와 국내 관측자료의 DB화(성현일 등 2003; 성현일 등 2004a; Sung et al. 2004) 등 지속적으로 작업을 수행하면서 DB구축 기술을 꾸준히 향상 시켜왔다. 지금까지 DB화 작업시 DBMS로 MySQL을, 사용언어로는 PHP와 JSP 등을 주로 이용하였다. 본 연구에서는 메타자료의 처리와 결과물의 웹 이미지 출력을 위해 Java applet과 Java servlet, JavaServer Pages(JSP)를 이용하고 VOTable과 VOPlot을 적용 하는 등 한 단계 향상된 기술을 구현하였다. VOTable과 VOPlot은 가상천문대 구축의 주요기술 중 하나로써, 이들을 이해하고 DB 구축에 응용함으로써 한국가상천문대 구축을 향해 한걸음 더 나아가게 되었다. 2장에서는 Astronomical Catalogue 자료의 종류와 메타자료에 관하여 설명하고, 3장에서는 응용 프로그램에 관하여, 4장에서는 검색기능에 관하여, 5장에서는 검색결과 출력형태에 관하여 다루며, 6장에서는 결론을 논하고자 한다.

표 1. 카탈로그 종류. DB화 대상 카탈로그는 11개이며 전체 용량은 150GB 정도이다.

이름	설명	목록 수	용량(GB)
GSC 1.1	The HST Guide Star catalogue, Version 1.1	25,258,765	0.6
GSC 1.2	The HST Guide Star catalogue, Version 1.2	25,241,730	0.5
GSC-ACT	The HST Guide Star catalogue, Version ACT	25,241,730	0.5
GSC 2.2	The HST Guide Star catalogue, Version 2.2	455,851,237	43.3
USNO-A2.0	USNO-A2.0 catalogue	526,280,881	3.4
USNO-B1.0	USNO-B1.0 catalogue	1,045,913,669	37.1
UCAC1	UCAC1 catalogue	27,425,433	0.4
UCAC2	UCAC2 catalogue	48,330,571	3.5
2MASS	2MASS All-Sky Data Release catalogue	470,992,970	42.7
DENIS 2	Second DENIS Data Release catalogue	195,204,157	14.2
APM	The APM-North catalogue	166,466,987	10.1

## 2. 카탈로그 자료

### 2.1 자료의 종류

DB화 대상은 HST Guide Star Catalogue와 UCAC1 Catalogue, USNO Catalogue, 2MASS Catalogue, DENIS Catalogue, APM Catalogue 등 6종류 11개의 대용량 카탈로그이다(표 1).

#### 2.1.1 HST Guide Star Catalogue 2

허블우주망원경(HST)을 이용하여 작성한 천천 카탈로그로써 약 4억4천개의 천체 자료를 수록하고 있다. Palomar와 UK Schmidt 망원경으로 관측한 photographic Sky Survey plates를 기반으로 하였다. 2번의 epoch에서 3개의 필터를 사용하여 관측하였으며 분해능은 약 1" 이다.

#### 2.1.2 HST Guide Star Catalogue 1

약 1천9백만개의 별과 6-15등급의 천체 자료를 수록하고 있다. GSC I 카탈로그는 허블우주망원경의 운영에 사용되었다.

#### 2.1.3 USNO-A2.0

U.S. Naval Observatory (USNO)에서 작성한 카탈로그로 약 5억개의 별에 대한 목록이다. 각 별의 B와 R 등급 등의 정보를 수록하고 있다. 이 자료는 Precision Measuring Machine (PMM)을 이용한 분석을 기반으로 한다.

#### 2.1.4 USNO-B1.0

약 10억개의 별과 은하에 대해 좌표와 고유운동, 등급 등을 수록하고 있다. 50년간 다양한 sky survey에서 획득한 7,435 장의 Schmidt 건판으로부터 자료를 수집하였으며, 한계등급은  $V=21$ 이고 위치정밀도는 0.2" 이다.

#### 2.1.5 UCAC2 Catalogue

USNO CCD Astrograph Catalogue의 두 번째 공개판으로, 1998년 CTIO에서 시작하여 2004년에 천천관측이 끝난 astrometric 관측프로그램의 카탈로그이다.

#### 2.1.6 2MASS All-Sky Survey PSC

칠레의 CTIO와 미국의 Mt. Hopkins에 있는 1.3m 자동망원경으로 IR 영역의 3개 파장역(J, H, Ks)에서 천천을 survey한 자료를 이용하여 제작되었다. 2MASS Point Source Catalogue의 경우 약 3억개의 천체자료를 수록하고 있다.

#### 2.1.7 APM-North Catalogue

Institute of Astronomy in Cambridge 에서 운영하는 Automatic Plate Measuring (APM) machine을 이용하여 POSS-I 자료로부터 만든 은하면 근처의 북반구 하늘 카탈로그이다.

#### 2.1.8 DENIS Catalogue

DENIS(DEep Near-Infrared Survey)는 남반구 하늘 전부를 3개의 파장역(Gunn-i 0.82  $\mu\text{m}$ , J, Ks)에서 survey한 것

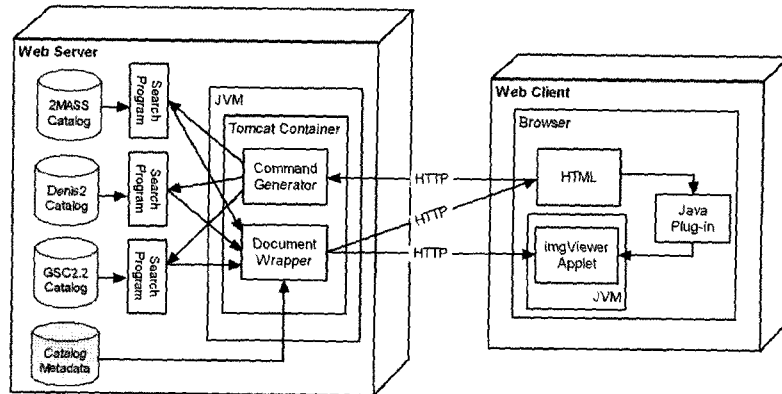


그림 1. 응용 프로그램 구성도. 사용자 쪽의 Web Client에서 검색 명령을 내리면 HTTP로 Web Server에 전달하여 처리된다. 전달된 명령은 먼저 Command Generator를 통해 해석되고, Search Program을 통해 DB에서 텍스트 형태로 자료를 추출하게 된다. 그 다음 Document Wrapper를 통해 원하는 format의 출력과일을 만들어 Client에게 다시 전달한다. VOPlot로 결과를 출력하는 경우, Client의 Java Plug-in을 통해 ImageViewer Applet에서 처리를 하게 된다.

```
[root@kadc ~]# /data01/BigCatalog/GSC_1.1/src/gsc.exe -c 10 +20 -r 8 -n 20
0119000115 010.02136 +19.87204 0.2 13.42 0.40 1 0 021J F; 7.77 171
0119001080 009.99229 +19.88753 0.2 15.44 0.40 1 0 021J F; 6.76 184
0119000679 009.99051 +19.98534 0.2 13.40 0.40 1 0 021J F; 1.03 211
0119000034 009.89710 +19.98864 0.2 14.89 0.40 1 0 021J F; 5.84 263
0119000643 009.91949 +19.99755 0.2 12.88 0.40 1 0 021J F; 4.54 268
0119301783 009.87243 +20.00974 0.2 10.39 0.40 1 0 021J F; 7.22 275
0119301499 010.11551 +20.02169 0.2 13.36 0.40 1 0 021J F; 6.64 79
0119301600 009.92815 +20.03385 0.2 15.34 0.40 1 0 021J F; 4.53 297
0119301946 010.04292 +20.03894 0.2 15.26 0.40 1 0 021J F; 3.36 46
0119301684 009.96093 +20.12777 0.2 12.93 0.40 1 0 021J F; 7.98 344
[root@kadc ~]# █
```

그림 2. Search program 실행 예. 명령어 모드로 GSC 1.1을 검색하여 텍스트 형태로 출력물을 얻은 경우이다.

으로 한계등급은 각각 18.5와 16.5, 14.0 등급이다.

타자료를 이용하면 새로운 카탈로그의 추가가 쉬워진다.

## 2.2 메타자료

전체 파일의 용량을 줄이기 위해, 카탈로그는 압축된 특별한 binary format 또는 FITS binary 테이블로 저장된다.

카탈로그의 메타자료(meta data)는 카탈로그 리소스에 관한 설명과 전체 소개글, 이름, UCD, 각 칼럼의 자료형태 등 카탈로그 자료의 모든 칼럼에 대한 설명, 그리고 카탈로그 검색 프로그램에 의해 생성된 출력물의 형태에 관한 정보 등을 포함하고 있다.

메타자료는 Java class library 형태로 저장 되며, 이 때

## 3. 응용 프로그램

### 3.1 응용 프로그램

응용 프로그램의 전체적인 구성은 그림 1과 같고, 사용자 쪽의 Web Client와 제공자 쪽의 Web Server로 나눌 수 있다. Web Client의 브라우저는 출력된 결과물을 표현 할 수 있는 ImageViewer Applet과 Java Plug-in들이 탑재 되어야 하며, 3개의 주요 응용 프로그램(Search program, Command generator, Document wrapper/ formatter)과 이를 포함하

## Catalogues Radius Search Service

Get an Object's Coordinates(Name Resolver)	
Object Name	HR 1
<input type="button" value="Get Coordinates"/> <input type="button" value="Clear Form"/>	

Catalogues Radius Query Form	
Source Name	The Guide Star Catalog, Version 2.2.01 (GSC2.2) The Guide Star Catalog, Version ACT (GSC-ACT) The HST Guide Star Catalog, Version 1.2 (GSC1.2) The HST Guide Star Catalog, Version 1.1 (GSC1.1) The USNO-B1.0 Catalog (USNO-B1.0) The USNO-A2.0 Catalog (USNO-A2.0) The UCAC2 Catalog (UCAC2) The UCAC1 Catalog (UCAC1) 2MASS All-Sky Point Source Catalog (2MASS) The APM-North Catalog (APM) The DENIS Catalog, The Second Release (DENIS)
Right Ascension	06:36:20.80 (hh:mm:ss) or (deg) in J2000 equinox
Declination	-06:45:12.9 (±dd:mm:ss) or (deg) in J2000 equinox
Search Radius	10.0 arcmin
Max Return Entries	1000
Output Format	HTML Table
<input type="button" value="Start Search"/> <input type="button" value="Reset Form"/>	

그림 3. 카탈로그 자료 검색화면. 두 가지 검색방법 중 radius 검색을 하는 경우의 웹 화면이다. 천체명 또는 천체의 좌표를 입력한 뒤 원하는 카탈로그와 출력 형태를 선택할 수 있다.

는 Java Virtual Machine(JVM)으로 구성되어 있다(Field et al. 2002; Graham 2002).

Search program 부분은 카탈로그 제작과 함께 개발된 C 프로그램이며, Command generator와 Document wrapper/formatter 부분은 Apache Tomcat과 마찬가지로 Java가 작동하는 웹 서버에서 동작하는 Java Servlet으로 천문우주정보센터에서 개발하였다.

### 3.1.1 Search program

카탈로그들이 공개 되었을 때, 이 자료들만을 위해 특별히 제작된 cone-search 기능을 갖는 검색 프로그램이 함께 제공되었다. cone-search는 radial 검색과 rectangular 검색의 두 가지 방법으로 가능하다. radial 검색은 주어진 지점을 중심으로 원형의 영역에 대해 검색을 수행하는 것이고, rectangular 검색은 주어진 지점을 중심으로 사각형 영역에 대해 검색을 수행하는 것으로, 일부 카탈로그는 radial 방법으로만 검색 가능하게 되어 있다.

이 검색 프로그램은 C 언어로 제작되었으며 방대한 분량의 카탈로그 자료를 빠르게 검색 할 수 있도록 개발되었다. 검색 실행속도는 대부분의 PC 용 RDBMS에서 자료를 검색하는 것 보다 더 빠르며, 이러한 대용량 카탈로그를 검색하기 위하여 RDBMS를 이용하는 것 또한 비효율적이다. RDBMS 환경 아래에서 10억개 이상의 기록을 포함하는 대

HTML Table
VOTable XML
Plain Text
Excel Format
VOPlot 2D Applet View
VOPlot 3D Applet View

그림 4. 검색결과와 출력 형태

용량 카탈로그의 빠른 검색을 위해서는 PC 클러스터 수준의 하드웨어가 필요하기 때문이다.

이 검색 프로그램은 Java 프로그램으로 쉽게 호출할 수 있는 명령어 모드로 작동하며 검색 결과는 텍스트 형태로 출력된다(그림 2). 이 검색 프로그램을 이용하는 이유는, 낮은 하드웨어 사양을 요구할 뿐만 아니라 추가되는 개별 프로그램들의 개발이 용이하고 개발 비용 또한 저렴하기 때문이다.

### 3.1.2 Command generator

이 프로그램의 주 기능은, 사용자가 보낸 검색 요청을 분석하고 검색 프로그램을 실행시키는 명령어를 생성하는 것이다. 아래의 명령어는 리눅스 시스템에서 GSC 1.2 검색 프로그램을 실행 시키는 한가지 예이다.

```
/path/to/command/gsc22 -R ./path/to/data -c 10 + 20.3 -r 10 -m 10
```

### 3.1.3 Document wrapper/formatter

Document wrapper/formatter는 Search program에서 얻어진 텍스트 형태의 결과를 사용자가 지정한 출력 형태로 변환시켜 주는 기능을 갖고 있다.

출력 파일의 변환 과정은 다음과 같은 3개의 단계로 이루어져 있다. 첫째, Search program에서 만들어진 출력물을 읽는다. 둘째, 카탈로그 메타자료를 이용하여 얻어진 출력물을 분석한다. 셋째, 출력물을 사용자가 지정한 형태로 변환한다. 이 단계에서 메타자료는 VOTable 이나 HTML 형태의 결과물을 만드는데 활용된다.

## 4. 검색기능

### 4.1 검색화면

다양한 종류의 카탈로그와 메타자료를 검색하여 원하는 과일을 추출해 내는 웹 상의 검색화면은 그림 3과 같다.

GSC22	RAdeg	DEdeg	Epoch	e_RAdeg	e_DEdeg	Rmag	e_Rmag	Bjmag	e_Bjmag	Vmag	e_Vmag	Imag	e_Imag	Class	a	e	aPA	Status	Radius
	deg	deg	yr	arcsec	arcsec	mag	mag	mag	mag	mag	mag	mag	mag		pix		deg		arcsec
S0203300382	084.241128	-06.768942	1990.973	0.456	0.447	16.30	0.43	18.90	0.44					0	3.36	0.17	1.2	1011202	562.870
S0203300549	084.194349	-06.737405	1990.973	0.456	0.447	17.13	0.44							3	5.01	0.45	115.3	1010202	396.029
S0203300525	084.136998	-06.739117	1990.973	0.456	0.447	17.59	0.44							3	4.41	0.31	8.6	1010202	193.234
S0203300505	084.186483	-06.741211	1990.973	0.456	0.447	17.04	0.43	19.40	0.44					0	2.87	0.07	171.4	1012202	366.448
S0203300492	084.117078	-06.742394	1990.973	0.456	0.447	15.17	0.43	17.33	0.44					0	4.04	0.12	29.4	1011202	121.438
S0203300367	084.177318	-06.774852	1990.973	0.456	0.447	18.00	0.44							0	2.68	0.22	19.7	1010202	341.384
S0203300351	084.184190	-06.786882	1990.973	0.456	0.447	17.59	0.44							0	2.78	0.14	29.4	1010202	377.314
S0203300293	084.188976	-06.817002	1997.096	0.334	0.333	18.11	0.45							3	5.36	0.31	1.1	1010002	440.058
S020330022233	084.186419	-06.813253	1997.096	0.334	0.333	17.87	0.45							3	10.01	0.61	147.4	1001001	425.205
S0203300290	084.197820	-06.826128	1984.010	0.777	0.803			19.09	0.44					3	8.58	0.62	1.4	1010002501	484.402

(a) HTML Table

```

- <VOTABLE version="1.0">
- <DEFINITIONS> <COOSYS ID="Coosys" equinox="J2000.0" system="ICRS" /> </DEFINITIONS>
- <RESOURCE name="GSC2.2" type="results">
- <DESCRIPTION>The Guide Star Catalogue, Version 2.2.01</DESCRIPTION>
- <TABLE>
- <FIELD ID="GSC22" name="GSC22" datatype="char" ucd="ID_MAIN" arraysize="14">
- <DESCRIPTION>Identification of the object</DESCRIPTION>
- </FIELD>
- <FIELD ID="RAdeg" name="RAdeg" unit="deg" datatype="double" precision="E6" width="10" ucd="POS_EQ_RA_MAIN">
- <DESCRIPTION>Right Ascension in ICRS (J2000), at Epoch</DESCRIPTION>
- </FIELD>
    
```

(b) VOTable XML

```

#Center: 05 36 20.30 -06 45 08.0
#GSC2-ID RA(J2000) Dec(J2000) Epoch e_RA e_Dec Rmag ,mag Jmag ,mag Vmag ,mag Nmag ,mag Clas Axis ecc PA Status ; r(")
S0203300382 084.241128 -06.768942 1990.973 0.456 0.447 16.30 ,0.43 18.90 ,0.44 ---, ---, ---, ---, 0 3.36 0.17 1.2 1011202 ; 562.870
S0203300549 084.194349 -06.737405 1990.973 0.456 0.447 17.13 ,0.44 ---, ---, ---, ---, 3 5.01 0.45 115.3 1010202 ; 396.029
S0203300525 084.136998 -06.739117 1990.973 0.456 0.447 17.59 ,0.44 ---, ---, ---, ---, 3 4.41 0.31 8.6 1010202 ; 193.234
S0203300505 084.186483 -06.741211 1990.973 0.456 0.447 17.04 ,0.43 19.40 ,0.44 ---, ---, ---, ---, 0 2.87 0.07 171.4 1012202 ; 366.448
S0203300492 084.117078 -06.742394 1990.973 0.456 0.447 15.17 ,0.43 17.33 ,0.44 ---, ---, ---, ---, 0 4.04 0.12 29.4 1011202 ; 121.438
S0203300367 084.177318 -06.774852 1990.973 0.456 0.447 18.00 ,0.44 ---, ---, ---, ---, 0 2.68 0.22 19.7 1010202 ; 341.384
S0203300351 084.184190 -06.786882 1990.973 0.456 0.447 17.59 ,0.44 ---, ---, ---, ---, 0 2.78 0.14 29.4 1010202 ; 377.314
S0203300293 084.188976 -06.817002 1997.096 0.334 0.333 18.11 ,0.45 ---, ---, ---, ---, 3 5.36 0.31 1.1 1010002 ; 440.058
S020330022233 084.186419 -06.813253 1997.096 0.334 0.333 17.87 ,0.45 ---, ---, ---, ---, 3 10.01 0.61 147.4 1001001 ; 425.205
S0203300290 084.197820 -06.826128 1984.010 0.777 0.803 ---, ---, 19.09 ,0.44 ---, ---, ---, 3 8.58 0.62 1.4 1010002501 ; 484.402
#***Truncated to 10 out of 16 matches (365 tested)
    
```

(c) Plain Text

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
1	Search Result Table:																			
2	GSC22	RAdeg	DEdeg	Epoch	e_RAdeg	e_DEdeg	Rmag	e_Rmag	Bjmag	e_Bjmag	Vmag	e_Vmag	Imag	e_Imag	Class	a	e	aPA	Status	Radius
3		deg	deg	yr	arcsec	arcsec	mag	mag	mag	mag	mag	mag	mag	mag		pix		deg		arcsec
4	S0203300382	084.241128	-06.768942	1990.973	0.456	0.447	16.30	0.43	18.90	0.44					0	3.36	0.17	1.2	1011202	562.870
5	S0203300549	084.194349	-06.737405	1990.973	0.456	0.447	17.13	0.44							3	5.01	0.45	115.3	1010202	396.029
6	S0203300525	084.136998	-06.739117	1990.973	0.456	0.447	17.59	0.44							3	4.41	0.31	8.6	1010202	193.234
7	S0203300505	084.186483	-06.741211	1990.973	0.456	0.447	17.04	0.43	19.40	0.44					0	2.87	0.07	171.4	1012202	366.448
8	S0203300492	084.117078	-06.742394	1990.973	0.456	0.447	15.17	0.43	17.33	0.44					0	4.04	0.12	29.4	1011202	121.438
9	S0203300367	084.177318	-06.774852	1990.973	0.456	0.447	18.00	0.44							0	2.68	0.22	19.7	1010202	341.384
10	S0203300351	084.184190	-06.786882	1990.973	0.456	0.447	17.59	0.44							0	2.78	0.14	29.4	1010202	377.314
11	S0203300293	084.188976	-06.817002	1997.096	0.334	0.333	18.11	0.45							3	5.36	0.31	1.1	1010002	440.058
12	S020330022233	084.186419	-06.813253	1997.096	0.334	0.333	17.87	0.45							3	10.01	0.61	147.4	1001001	425.205
13	S0203300290	084.197820	-06.826128	1984.010	0.777	0.803			19.09	0.44					3	8.58	0.62	1.4	1010002501	484.402
14	The above result includes 10 rows																			
15																				
16	Columns Description:																			
17	GSC22: Identification of the object																			
18	RAdeg: Right Ascension in ICRS (J2000), at Epoch																			
19	DEdeg: Declination in ICRS (J2000)																			
20	Epoch: Epoch of the position																			
21	e_RAdeg: Mean error on RAdeg																			
22	e_DEdeg: Mean error on DEdeg																			
23	Rmag: ? Magnitude in F photographic band (red)																			
24	e_Rmag: ? Mean error on Rmag																			
25	Bjmag: ? Magnitude in J photographic band (blue)																			
26	e_Bjmag: ? Mean error on Bjmag																			
27	Vmag: ? Magnitude in V photographic band (green)																			
28	e_Vmag: ? Mean error on Vmag																			
29	Imag: ? Magnitude in I photographic band																			
30	e_Imag: ? Mean error on Imag																			
31	Class: {0..5} Object class																			
32	a: Semi-major axis of fitting ellipse																			
33	e: Eccentricity of fitting ellipse																			
34	aPA: Position angle (N thru E) of fitting ellipse																			
35	Status: Source status flag																			
36	Radius: distance from specified center, in arc seconds.																			

(d) Excel

그림 5. 카탈로그 검색결과 화면. 검색조건에서 선택한 출력형태 별 예제들이다.

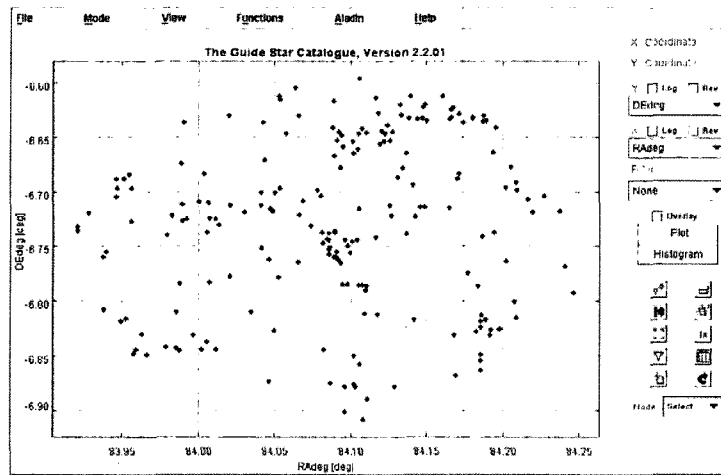


그림 6. 2D VOPlot으로 나타낸 검색결과

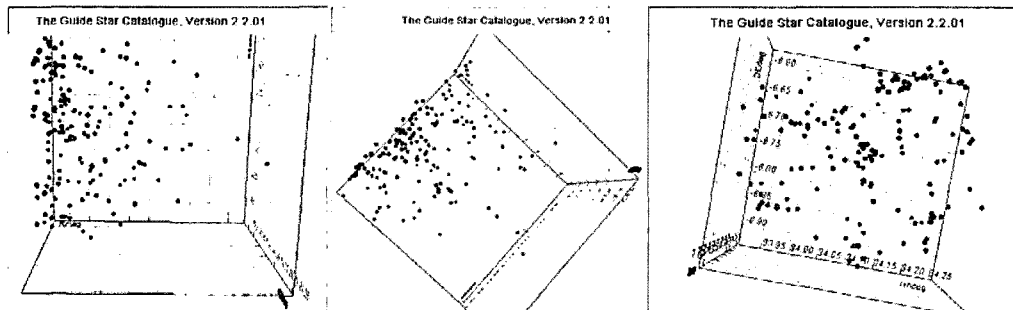
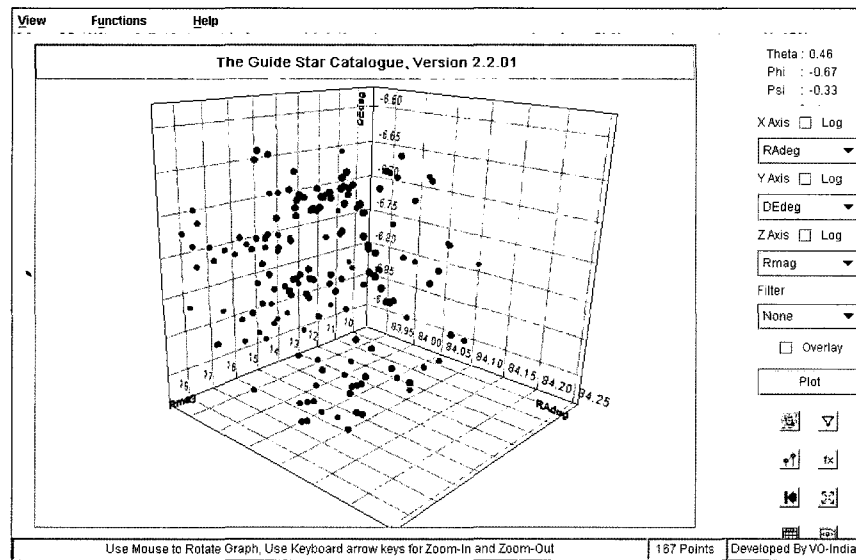


그림 7. 3D VOPlot으로 나타낸 검색결과. 3D 그림을 마우스로 드래그 하면 원하는 각도에서 자료의 분포를 볼 수 있어 자료의 분석이 용이하다.

검색할 때 선택사항은 천체의 좌표와 검색을 원하는 카탈로그 명, 출력 형태, 검색범위 등 이다. 본 연구에서도 Digitized Sky Survey I 자료의 검색 DB 구축(성현일 등 2005)에서 언급한 Name Resolving 프로그램을 탑재하여 천체명으로부터 좌표를 찾아낼 수 있게 하였다.

4.2 검색조건

검색시 가장 먼저 입력하여야 하는 정보는 천체의 좌표이며, 이는 천체명 으로부터 찾아 낼 수도 있다. 또한 검색 결과물의 출력 시 한 화면에 몇 개의 라인을 나타낼지도 선택할 수 있다.

검색조건으로는 세 가지를 들 수 있다. 첫째, radial 검색과 rectangular 검색 중 선택, 둘째, 검색을 원하는 카탈로그 명 선택, 셋째, 출력형태 선택 이다(그림 4). 모든 카탈로그는 radial 검색이 가능하지만, APM Catalogue와 GSC2.2, USNO-B1.0, USNO-A2.0, UCAC2, UCAC1 등은 rectangular 검색만 가능하다. 카탈로그 명과 출력형태는 각각 한 개씩만 선택할 수 있다.

5. 검색결과 출력형태

5.1 텍스트 출력

검색결과는 일반적인 텍스트 형태로 생성되며, 이 결과는 Document wrapper/formatter 프로그램에 의해 HTML과 VOTable, TEXT, EXCEL 등의 다양한 형태로 출력가능하다(그림 5). 사용자는 카탈로그 파일의 활용 용도에 따라 검색화면에서 원하는 출력형태를 선택하면 된다.

5.2 이미지 출력

카탈로그 파일은 텍스트 기반의 자료로 검색결과는 기본적으로 텍스트 형태로 나타나게 된다. 본 연구에서는 텍스트 자료의 활용도를 높이고 분석을 용이하게 하기 위해 India-VO에서 개발한 VOPlot을 적용하였다. 이를 위해 웹 브라우저 상에서의 이미지 구현을 위한 Java Applet을 제작하였다. 그림 2에서 보인바와 같이 텍스트 파일은 Java Plug-in과 ImgViewer Applet을 통하여 웹 브라우저 상에서 2D 또는 3D의 그래프로 표현할 수 있다. 그림 6은 2D로 나타낸 결과이고, 그림 7은 3D로 나타낸 결과이다.

6. 결론

천문학 카탈로그들은 오랜 기간 동안의 연구 결과로 축적되어 왔고, 관측준비와 망원경 스케줄 작성, 표준성 선택 등

연구를 보조하는 역할뿐만 아니라 날별과 은하 등의 연구에 널리 활용되어져 왔다.

산재한 천문학 카탈로그들을 효율적으로 이용하기 위해 한국천문연구원의 천문우주정보센터에서는 이들을 통합 검색할 수 있는 Java 기반의 프로그램을 개발하여, GSC 2.2와 UCAC 2, 2MASS, USNO-B1.0, DENIS, APM 등 11개의 대용량 카탈로그를 통합하여 검색할 수 있도록 하였다. 출력 형태는 TEXT, HTML, EXCEL, VOTable 등 다양한 형태로 할 수 있다. 한편 3차원 이미지는 India-VO에서 개발한 VOPlot를 이용하여 나타낼 수 있다. 검색시스템은 Java applet과 Java servlet, JavaServer Pages(JSP)를 이용하여 모듈화 방식으로 제작하였으며, 출력 프로그램은 ImgViewer란 시각화 프로그램을 지원하여, 텍스트 자료를 웹 브라우저 상에서 그래프로 나타내고 해석할 수 있게 하였다.

이 통합 검색 시스템은, 각각의 카탈로그들이 독립적으로 DB화 되어 있는 외국의 경우에 비해 활용도가 훨씬 높을 것으로 믿어지며, 따라서 국내의 연구자들에게 보다 나은 연구환경을 제공하게 될 것이다. 또한 가상천문대 구축의 기반 기술인 VOTable과 VOPlot을 이 시스템에 적용함으로써 한국가상천문대 구축의 한 걸음을 내딛게 되었다.

참고문헌

성현일, Jian Sang, 김상철, 김봉규, 임인성, 안영숙, 손상모, 양홍진, 2005, 천문학논총, submitted

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

Field, D. K., Kolb, M. A, & Bayern, S., 2002, Web Development with Java Sever Pages, 인포북 (곽용재 옮김)

Graham, S., 2002, 자바를 이용한 웹 서비스 구축, 인포북 (석광진 옮김)

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., Astronomical Data Analysis Software and Systems XIII, ed. F. Ochsenbein, M. G. Allen, and D. Egret (San Franscio: ASP), Vol. 314, 165

부록 A. 각 카탈로그의 내용 예제

GSC	RAdeg	DEdeg	PosErr	Pmag	e_Pmag	Pmag	Class	Plate	Mult	Radius	pa
	deg	deg	arcsec	mag	mag					arcmin	degree
0477801172	084.00565	-06.83720	0.4	10.68	0.46	0	0	02NB	T	6.94	223
0477801172	084.00532	-06.83701	0.2	10.15	0.37	10	0	06EL	T	6.94	223
0477800358	084.18248	-06.82830	0.6	14.57	0.40	0	0	00DX	T	7.41	128
0477800358	084.18255	-06.82824	0.3	15.11	0.46	0	0	02NB	T	7.41	128
0477800359	084.04972	-06.82743	0.4	12.18	0.46	0	0	02NB	T	4.97	205
0477800359	084.04936	-06.82722	0.2	11.76	0.37	10	0	06EL	T	4.97	205
0477800361	084.19847	-06.82610	0.6	11.60	0.40	0	0	00DX	T	8.10	123
0477800361	084.19853	-06.82607	0.4	11.97	0.46	0	0	02NB	T	8.11	123
0477800361	084.19819	-06.82587	0.2	11.53	0.38	10	0	06EL	T	8.08	123
0477800357	084.11804	-06.81266	0.6	14.60	0.40	0	0	00DX	T	4.14	151

그림 A-1. HST Guide Star Catalogue ACT

id	ra_deg	dec_deg	pos_err	mag	mag_err	mag_band	class_id	plate_id	multiple	Radius	pa
	deg	deg	arcsec	mag	mag					arcmin	degree
0477801172	084.00559	-06.83728	0.4	10.67	0.42	0	0	02NB	T	6.94	223
0477801172	084.00532	-06.83701	0.2	10.13	0.37	10	0	06EL	T	6.94	223
0477800358	084.18250	-06.82832	0.3	15.07	0.42	0	0	02NB	T	7.41	128
0477800358	084.18252	-06.82817	0.6	14.53	0.40	0	0	00DX	T	7.40	128
0477800359	084.04966	-06.82750	0.4	12.17	0.42	0	0	02NB	T	4.97	205
0477800359	084.04936	-06.82722	0.2	11.75	0.37	10	0	06EL	T	4.97	205
0477800361	084.19847	-06.82616	0.4	11.96	0.42	0	0	02NB	T	8.11	123
0477800361	084.19854	-06.82604	0.6	11.59	0.40	0	0	00DX	T	8.11	123
0477800361	084.19819	-06.82587	0.2	11.50	0.37	10	0	06EL	T	8.08	123
0477800357	084.11802	-06.81266	0.3	15.25	0.42	0	0	02NB	T	4.13	151

그림 A-2. HST Guide Star Catalogue 1.2

USNO-B1.0	Tycho_2	RAdeg	DEdeg	e_RAdeg	e_DEdeg	Epoch	pmRA	pmDE	muPre	pmRA	e_pmDE	fit_RA	fit_DE	Ndet	Flags	B1mag	B1CB1S	B1f	B1s_g	B1xi	
		deg	deg	mas	mas	yr	mas/yr	mas/yr	0.1	mas/yr	mas/yr	100mas	100mas			mag				mas	
0832-0095047		083.920395	-06.744923	265	999	1976.9	-72	-98	5	9	110	2	9	3	...	20.36	2	0	659	2	-004
0832-0095048		083.920406	-06.731378	68	199	1974.6	+0	+0	0	0	0	1	3	4	...	13.17	2	0	659	4	+008
0832-0095049		083.920600	-06.728473	114	710	1973.4	+0	+0	0	0	0	1	9	2	...	19.63	2	0	659	4	+011
0832-0095050		083.920609	-06.750003	22	999	1965.2	-4	-820	9	0	69	0	9	3	...	18.21	2	0	659	3	-001
0832-0095051		083.920656	-06.725887	114	139	1987.4	+0	+0	0	0	0	1	1	2	...						
0832-0095052		083.920698	-06.740784	95	609	1981.7	+0	+0	0	0	0	1	9	4	...	19.05	2	0	659	4	+013
0832-0095053	4778-01175-1	083.920709	-06.735662	0	0	2000.0	-2	-4	0	0	0	0	0	0	...	9.93					
0832-0095054		083.920820	-06.743345	918	509	1973.4	+0	+0	0	0	0	9	7	2	...	20.40	2	0	659	2	-092
0832-0095055		083.920848	-06.727262	645	855	1973.4	+0	+0	0	0	0	9	9	2	...	19.42	2	0	659	1	-065
0832-0095056		083.920987	-06.726167	999	207	1976.9	+460	+40	7	152	7	9	1	3	...	19.43	2	0	659	9	-062

B1xi	B1eta	R1mag	R1CR1S	R1f	R1s_g	R1xi	R1eta	B2mag	B2CB2S	B2f	B2s_g	B2xi	B2eta	R2mag	R2CR2S	R2f	R2s_g	R2xi	R2eta	lmag	lC	lS1	lfl	ls_g	lxi	leta	Radius	
mas	mas	mag				mas	mas	mag				mas	mas	mag			mas	mas	mag	mag				mas	mas	arcsec		
-004	+044							20.74	2	4	768	3	+019														587.57	
+008	+009	11.74	2	1	659	2	-003	+037						11.24	0	5	768	7	-015	-041	11.28	0	8	768	+009	-008	591.73	
+011	-072													18.99	2	5	768	2	-012	+071							592.46	
-001	-113	18.55	2	1	659	2	+000	+112	20.20	2	4	768	1	+000	+000												586.27	
								18.53	2	4	768	2	-012	-014	19.46	2	5	768	1	+011	+013						593.68	
+013	-002							14.34	2	4	768	3	-022	+059	17.33	2	5	768	1	+009	-140	18.44	2	8	768	-001	+081	587.35
		9.68						9.84						9.67						9.60							588.89	
-092	-051													19.34	2	5	768	1	+091	+050							586.34	
-065	+085													19.09	2	5	768	1	+064	-086							592.23	
-062	+003							19.59	2	4	768	1	+308	-016	18.61	2	5	768	2	-248	+012						592.36	

그림 A-3. USNO-B1.0 Catalogue



USNO-A2.0	RA_deg	DEdeg	ACTflag	Mflag	Bmag	Rmag	Epoch	Radius
	deg	deg			mag	mag	yr	arcsec
0825-01594081	083.920409	-06.731248			13.1	12.4	1955.878	591.78
0825-01594087	083.920603	-06.739550			17.4	18.5	1955.878	588.01
0825-01594092	083.920695	-06.735570	A		9.9	10.0	1955.878	588.97
0825-01594160	083.922898	-06.735509			16.0	16.9	1955.878	581.16
0825-01594676	083.939745	-06.755473			18.5	16.6	1955.878	517.93
0825-01594741	083.941998	-06.696103			18.4	17.8	1955.878	548.35
0825-01594840	083.945309	-06.696073	A		11.0	10.0	1955.878	537.40
0825-01594845	083.945475	-06.691353			18.8	18.8	1955.878	543.48
0825-01594970	083.949392	-06.818853			19.2	17.3	1955.878	539.53
0825-01595080	083.952467	-06.816453			16.4	14.7	1955.878	525.85

그림 A-4. USNO-A2.0 Catalogue

2UCAC	RAdeg	DEdeg	e_RAdeg	e_DEdeg	e_Pos	UCmag	Uc	Nc	cf	EpRA	EpDE	pmRA	pmDE	e_pmRA	e_pmDE	qpmRA	qpmDE	2Mkey	Jmag
	deg	deg	mas	mas	mas	mag				yr	yr	mas/yr	mas/yr	mas/yr	mas/yr				mag
29401092	083.9207103	-06.7356637	9	9	6	9.87	5	8	07	1992.222	1988.824	+8	-2.0	9	7	0.8	1.55	1252328763	9.422
29401095	083.9466962	-06.6972789	11	12	10	9.67	4	7	07	1994.458	1994.399	+109.8	-98.0	1.2	1.0	1.15	2.2	1252328673	8.534
29401097	083.9524324	-06.8164698	24	15	16	14.87	2	2	01	1999.336	1999.743	-4.2	-5.6	5.6	5.6	1.0	1.0	1252328955	12.028
29401099	083.9547759	-06.6841848	113	62	120	16.19	2	2	01	1984.751	1995.407	+4.2	-1.6	8.4	6.1	1.0	1.0	1252328639	12.463
29401100	083.9578159	-06.8484267	15	15	8	15.74	2	2	01	1999.743	1999.743	-1.4	-12.4	5.6	5.6	1.0	1.0	1252329023	13.156
29401101	083.9591283	-06.8445273	15	33	19	15.22	2	2	01	1999.743	1998.691	-1.8	-16.6	5.6	5.7	1.0	1.0	1252329013	13.006
29401102	083.9877509	-06.7846509	15	15	15	12.89	5	2	01	1999.743	1999.743	-8	-1.8	5.6	5.6	1.0	1.0	1252356013	11.260
29401103	083.9893780	-06.7116078	15	15	12	13.46	5	2	01	1999.743	1999.743	+1.9	-2.5	5.6	5.6	1.0	1.0	1252356184	10.958
29401104	083.9903295	-06.6370256	15	15	10	13.64	5	2	01	1999.743	1999.743	-1.7	-3.3	5.6	5.6	1.0	1.0	1252356372	11.330
29401107	084.0007486	-06.7094270	31	15	23	13.68	5	2	01	1998.835	1999.743	+11.4	-13.1	5.7	5.6	1.0	1.0	1252356193	10.943

Hmag	Kmag	phf	ccf	Radius
mag	mag			arcsec
9.322	9.264	000	000	588.89
8.242	8.156	000	000	531.18
11.521	11.237	000	000	525.99
11.768	11.511	000	000	524.77
12.581	12.415	000	000	570.35
11.823	10.862	000	000	558.16
10.715	10.601	000	000	365.32
10.136	9.651	000	000	370.45
10.614	10.446	000	000	534.37
10.050	9.478	000	000	337.00

그림 A-5. UCAC1 Catalogue

APM.ID	RAJ2000	DEJ2000	rmag	l_rmag	rClass	rStel	rDiam	rEll	rPA	bmag	l_bmag	bClass	bStel	bDiam	bEll	bPA	b-r	l_b-r	Mflag	Epoch	radius
	deg	deg	mag			arcsec			deg	mag			arcsec		deg	mag			yr	arcsec	
EO1232-0282316	314.16668	+77.77717	20.00	L	0					21.12		1	2.73	4.0	0.49	94	1.12	L		1954.748	599.77
EO1232-0282647	313.97680	+77.76782	19.34		-1	0.27	4.4	0.23	93	21.25	L	0				1.91	L			1954.748	598.92
EO1232-0282936	313.94478	+77.76334	20.00	L	0					21.17		-1	-0.37	3.1	0.27	122	1.17	L		1954.748	592.79
EO1232-0283022	314.21239	+77.77041	15.23		-1	1.23	9.9	0.09	123	17.71		-1	-1.20	7.7	0.13	87	2.49			1954.748	573.12
EO1232-0283351	314.10051	+77.76374	19.95		-1	1.72	3.7	0.44	171	21.10		-1	-1.37	3.0	0.24	93	1.14		*	1954.748	559.27
EO1232-0283374	313.92295	+77.75810	20.00	L	0					21.22		1	3.16	3.8	0.54	74	1.22	L		1954.748	582.50
EO1232-0283520	314.29602	+77.76774	17.72		-1	0.28	6.4	0.07	29	19.91		1	2.88	5.8	0.29	73	2.19			1954.748	564.58
EO1232-0283704	314.29479	+77.76540	20.00	L	0					21.04		1	2.11	3.6	0.32	156	1.04	L		1954.748	556.13
EO1232-0284164	313.91118	+77.74839	20.00	L	0					21.09		1	3.13	4.0	0.47	162	1.09	L		1954.748	554.91
EO1232-0284345	314.15523	+77.75378	19.77		-1	-0.04	3.7	0.27	76	21.25	L	0				1.48	L			1954.748	517.09

그림 A-6. APM-North Catalogue

ra	decl	err_maj	err_min	err_ang	designation	j_m	j_msig	j_msigcom	j_snr	h_m	h_msig	h_msigcom	h_snr	k_m	k_msig	k_msigcom
deg	deg	arcsec	arcsec	deg		mag	mag	mag	jsnr	mag	mag	mag		mag	mag	mag
083.985684	-06.879360	0.21	0.19	177	05355656-0652456	16.854	0.151	0.152	7.0	15.610	0.125	0.125	8.8	15.580	0.186	0.186
084.004343	-06.880535	0.28	0.24	179	05360104-0652499	17.383				16.311	0.237	0.237	4.6	15.393	0.150	0.150
084.011515	-06.888171	0.26	0.24	158	05360276-0653174	16.592	0.130	0.131	8.9	16.034	0.188	0.188	6.0	15.939	0.227	0.227
084.060554	-06.898054	0.26	0.21	169	05361453-0653329	17.041				16.150	0.207	0.208	5.4	15.341	0.137	0.138
084.013494	-06.897534	0.18	0.17	178	05360323-0653511	16.614	0.127	0.128	8.8	15.721	0.131	0.131	8.0	15.342	0.150	0.150
084.011300	-06.895001	0.29	0.26	19	05360271-0653420	16.549	0.116	0.116	9.3	16.384	0.248	0.248	4.3	15.641	0.183	0.183
084.102257	-06.876162	0.06	0.06	90	05362454-0652341	13.498	0.023	0.026	154.3	12.853	0.033	0.034	111.6	12.532	0.022	0.024
084.084779	-06.906320	0.07	0.06	4	05362034-0654227	16.062	0.087	0.088	14.5	14.606	0.058	0.059	22.2	14.026	0.038	0.039
084.103511	-06.878497	0.06	0.06	90	05362484-0652425	13.795	0.021	0.024	117.3	12.932	0.029	0.030	103.8	12.630	0.020	0.022
084.096220	-06.901961	0.06	0.06	90	05362309-0654070	13.911	0.023	0.026	105.5	13.245	0.030	0.032	77.8	13.023	0.027	0.028

k_snr	ph_qual	rd_flg	bl_flg	cc_flg	ndet	prox	pxpa	pxcntr	gal_contam	mp_flg	pts_key	hemis	Date	scan	glon	glat	x_scan	jdate	j_psfchi
						arcsec	deg								deg	deg	arcsec	d	
6.3	BBC	222	111	000	060606	66.8	94	1252355793	0	0	1252329114	n	2000-11-26	102	210.504	-19.904	-222.8	2451874.8568	1.33
7.5	UDB	022	011	000	000605	37.6	137	1252355781	0	0	1252355793	n	2000-11-26	103	210.513	-19.888	146.3	2451874.8568	
4.5	BCD	222	111	000	060606	24.6	182	1252355768	0	0	1252355781	n	2000-11-26	103	210.524	-19.885	120.7	2451874.8568	1.05
7.9	UCB	022	011	000	000605	54.5	142	1252355717	0	0	1252355759	n	2000-11-26	103	210.556	-19.846	-54.6	2451874.8568	
7.9	BBB	222	111	000	060604	12.0	319	1252355768	0	0	1252355763	n	2000-11-26	103	210.534	-19.887	113.6	2451874.8568	0.91
6.0	BDC	222	111	000	060605	12.0	139	1252355763	0	0	1252355768	n	2000-11-26	103	210.530	-19.888	121.4	2451874.8568	0.79
104.4	AAA	222	111	000	665566	9.5	152	1252355799	0	0	1252355807	n	2000-11-26	103	210.555	-19.799	-203.7	2451874.8568	1.02
26.4	AAA	222	111	000	164636	18.3	312	1252355745	0	0	1252355728	n	2000-11-26	103	210.576	-19.828	-141.2	2451874.8568	1.03
95.4	AAA	222	111	000	664466	9.5	332	1252355807	0	0	1252355799	n	2000-11-26	103	210.558	-19.799	-208.1	2451874.8568	1.06
66.4	AAA	222	111	000	666666	43.8	249	1252355728	0	0	1252355749	n	2000-11-26	103	210.577	-19.816	-182.1	2451874.8568	0.94

h_psfchi	k_psfchi	j_m_stdap	j_msig_stdap	h_m_stdap	h_msig_stdap	k_m_stdap	k_msig_stdap	dist_edge_ns	dist_edge_ew	dist_edge_flg	dup_src	use_src	aa	dist_opt
		mag	mag	mag	mag	mag	mag	arcsec	arcsec					arcsec
0.82	1.25	16.898	0.425	15.523	0.149	15.409	0.211	3192	29	ne	0	0	0	
0.73	1.39			15.547	0.152	15.289	0.247	3199	108	nw	0	1	0	
0.91	0.95	16.648	0.275	16.469	0.464	16.327	0.454	3226	133	nw	0	1	0	
1.09	1.07			15.921	0.370	15.689	0.328	3263	199	ne	0	1	0	
0.63	0.82	17.023	0.322	16.090	0.256	15.186	0.358	3260	140	nw	0	1	0	
0.75	1.08	16.688	0.222	16.032	0.342	15.954	0.298	3251	133	nw	0	1	0	
0.74	1.04	13.509	0.013	12.893	0.061	12.581	0.025	3185	49	ne	1	1	U	0.4
1.31	1.12	15.854	0.083	14.578	0.034	14.051	0.086	3293	112	ne	0	1	0	
0.84	1.25	13.815	0.030	12.949	0.063	12.665	0.037	3193	45	ne	1	1	U	0.8
0.60	1.02	13.899	0.014	13.274	0.058	13.018	0.025	3278	71	ne	0	1	U	0.9

phi_opt	b_m_opt	vr_m_opt	nopt_mchs	ext_key	scan_key	coadd_key	coadd
deg	mag	mag					
			0		67268	1547145	44
			0		67269	1547184	232
			0		67269	1547184	232
			0		67269	1547184	232
			0		67269	1547184	232
			0		67269	1547184	232
109	19.20	17.40	1		67269	1547184	232
			0		67269	1547184	232
188	19.50	17.40	1		67269	1547184	232
156	18.40	16.60	1		67269	1547184	232

그림 A-7. 2MASS All-Sky Survey PSC

GSC22	RAdeg	DEdeg	Epoch	e_RAdeg	e_DEdeg	Rmag	e_Rmag	Bjmag	e_Bjmag	Vmag	e_Vmag	Imag	e_Imag	Class	a	e	aPA	Status	Radius
	deg	deg	yr	arcsec	arcsec	mag	mag	mag	mag	mag	mag	mag	mag		pix		deg		arcsec
N303201033695	083.720603	+21.903406	1991.796	0.296	0.268	16.92	0.43	18.35	0.43					3	2.93	0.06	177.8	1000011502	494.990
N3032010249	083.677052	+21.900704	1991.796	0.296	0.268	13.98	0.43	15.43	0.42					3	5.38	0.36	104.2	1001011502	434.892
N303201033722	083.696871	+21.910002	1991.796	0.296	0.268	15.76	0.43	17.07	0.42					0	3.19	0.02	145.7	1001011502	431.984
N303201033614	083.684815	+21.883083	1991.796	0.296	0.268	17.90	0.44							3	3.30	0.36	79.6	1010202	503.266
N303201033733	083.736142	+21.915448	1991.796	0.296	0.268	17.51	0.44	19.34	0.43					3	3.11	0.21	166.0	1011202	495.189
N303201033795	083.680136	+21.925920	1991.796	0.296	0.268	16.21	0.43	17.95	0.43					3	5.41	0.44	16.4	1011202	355.179
N303201033685	083.705568	+21.903132	1991.796	0.296	0.268	17.61	0.44	19.00	0.43					3	2.61	0.08	13.4	11202	467.991
N303201033727	083.731562	+21.914206	1991.796	0.296	0.268	17.57	0.44	19.27	0.43					3	2.75	0.15	146.0	1011202	487.994
N303201033717	083.680111	+21.910699	1991.796	0.296	0.268	14.93	0.43	16.75	0.42					0	3.73	0.05	45.0	1011202	405.037
N3032010252	083.665308	+21.895481	1991.796	0.296	0.268	12.99	0.43	14.78	0.42					0	5.22	0.08	86.3	1011202	441.674

그림 A-8. DENIS Catalogue

부록 B. VOTable 문서의 예

```

<?xml version="1.0"?>
<VOTABLE version="1.1" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="http://www.ivoa.net/xml/VOTable/VOTable/v1.1">
  <COOSYS ID="J2000" equinox="J2000." epoch="J2000." system="eq_FK5"/>
  <RESOURCE name="myFavouriteGalaxies">
    <TABLE name="results">
      <DESCRIPTION>Velocities and Distance estimations</DESCRIPTION>
      <PARAM name="Telescope" datatype="float" ucd="phys.size;instr.tel"
unit="m" value="3.6"/>
      <FIELD name="RA" ID="col1" ucd="pos.eq.ra;meta.main" ref="J2000"
datatype="float" width="6" precision="2" unit="deg"/>
      <FIELD name="Dec" ID="col2" ucd="pos.eq.dec;meta.main" ref="J2000"
datatype="float" width="6" precision="2" unit="deg"/>
      <FIELD name="Name" ID="col3" ucd="meta.id;meta.main"
datatype="char" arraysize="8"/>
      <FIELD name="RVel" ID="col4" ucd="src.veloc.hc" datatype="int"
width="5" unit="km/s"/>
      <FIELD name="e_RVel" ID="col5" ucd="stat.error;src.veloc.hc"
datatype="int" width="3" unit="km/s"/>
      <FIELD name="R" ID="col6" ucd="phys.distance" datatype="float"
width="4" precision="1" unit="Hpc">
        <DESCRIPTION>Distance of Galaxy, assuming H=75km/s/Mpc</DESCRIPTION>
      </FIELD>
      <DATA>
        <TABLEDATA>
          <TR>
            <TD>010.68</TD><TD>+41.27</TD><TD>N 224</TD><TD>-297</TD><TD>5</TD><TD>0.7</TD>
          </TR>
          <TR>
            <TD>287.43</TD><TD>-63.85</TD><TD>N 6744</TD><TD>839</TD><TD>6</TD><TD>10.4</TD>
          </TR>
          <TR>
            <TD>023.48</TD><TD>+30.66</TD><TD>N 598</TD><TD>-182</TD><TD>3</TD><TD>0.7</TD>
          </TR>
        </TABLEDATA>
      </DATA>
    </TABLE>
  </RESOURCE>
</VOTABLE>

```