

천문 이미지 디지털 아카이빙 시스템 개발
DEVELOPMENTS OF ASTRONOMICAL IMAGE ARCHIVING SYSTEM

성현일¹, 김순욱¹, 배영호^{1,2}, 최준영²

¹한국천문연구원

²연세대학교 천문우주학과

HYUN-IL SUNG¹, SOON-WOOK KIM¹, YOUNGHO BAE^{1,2}, AND JOON-YOUNG CHOI²

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

E-mail: hisung@kasi.re.kr

²Department of Astronomy, Yonsei University

(Received May 24, 2006; Accepted June 30, 2006)

ABSTRACT

An archiving system designed to enable documenting database of astronomical images, with functions of search and download, is being developed by Korean Astronomical Data Center(KADC) of Korea Astronomy and Space Science Institute(KASI). The system consists of three PCs for web server, database server, and system management server. The search program for the web environment is operated in the web server. In the management server, several utility programs we developed are installed: input program for the database, program for transfer from fits to jpg files, programs for data recovery and management, and programs for statistics and connect management. The collected data would be sorted out by the system manager to input into the database. The online input is possible in an observatory where the data is produced. We applied the content management system(CMS) module for the database management. On the basis of CMS module, we set up a management system for the whole life cycle of metadata from creation and collection to storage and deletion of the data. For the search function, we employed a technique to extract indices from the metadata. In addition, MySQL is adopted for DBMS. We currently display about 2,700 and 25,000 photographs for astronomical phenomena and astronomical objects on the data, respectively.

Keywords: astronomical databases

1. 서론

하늘에서 발생하는 다양한 천문현상에 대한 예측과 관측은 오래전부터 이루어져 왔다. 천문현상에 관한 우리나라 최초의 기록은 B.C. 2183년에 발생한 일식에 관한 것이며, 관측결과들은 여러 문헌에 기록되어 있다. 고천문 자료는 최근에 데이터베이스(DB)화 하여 관리하고 있으며(성현일 등 2004b), 한국천문연구원에서는 천문현상에 관한 연구와 예측, 그리고 관측을 지속적으로 수행하고 있다.

천문현상에 관한 관측은 한국천문연구원 대전 본원과 보현산천문대를 비롯한 지역천문대, 관측이 가장 용이한 최적지 등에서 이루어진다. 관측장비로는 이동식 소형망원경을 비롯하여 지역천문대의 1.8m 망원경과 61cm 망원경, CCD 카메라 등을 이용하기도 한다. 관측은 국외에서도 이루어지는데, 2006년 3월에는 개기일식의 관측을 위

하여 이집트에 원정대를 파견하기도 하였다.

한국천문연구원의 보현산천문대와 소백산천문대, 레몬산천문대를 이용하여 많은 관측자들이 학술연구를 위한 천체이미지 자료들을 얻어왔다. 이 관측자료들은 한국천문연구원 천문우주정보센터(Korean Astronomical Data Center, KADC, <http://kadc.kasi.re.kr>)에서 DB화 하여 관리하고 있으며(성현일 등 2003; 성현일 등 2004a) DB화된 자료들은 천문학 전공자들의 연구를 위해 제공하고 있다.

관측을 통하여 생산된 이미지 자료들은 전공자들의 학술연구에 직접적으로 이용되고 있지만 관측자료의 분류와 검색의 효율성 등 더 많은 기능들이 요구되어 왔다. 또한 천문 이미지 자료들은 일반인들의 과학적 호기심과 지적욕구를 충족시키는데도 활용할 수 있다. 다양한 방법으로

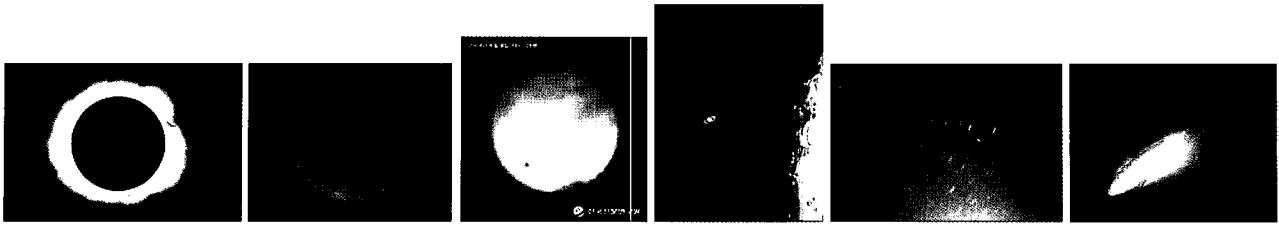


그림 1. 천문현상 이미지들. 좌로부터 일식, 월식, 금성의 태양면 통과, 토성식, 유성우, 혜성 이미지이다.

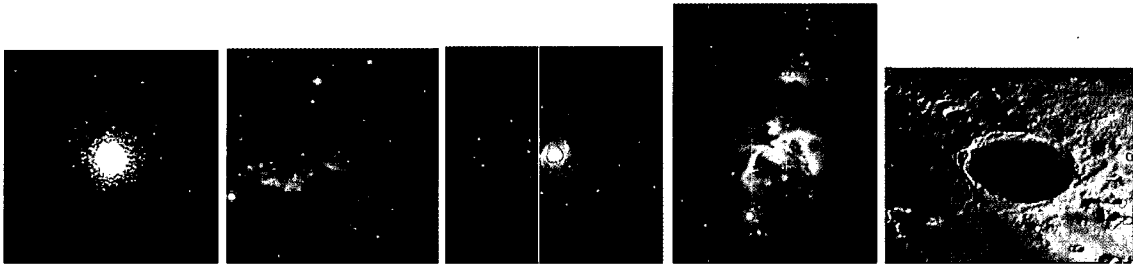


그림 2. 천체 이미지들. 좌로부터 성단, 성운, 은하, 천체사진공모전 입상작, 이주의 천체사진 선정작 이미지이다.

축적된 방대한 분량의 이 자료들을 일반인에게 공개하기 위해 자료의 수집부터 가공, DB화, 웹 서비스 등의 전 과정을 체계적으로 관리할 수 있는 천문 이미지 Archiving 시스템을 개발하였다. 이 시스템에는 이전의 연구에서 확립한 전문가용 천문자료의 가공 및 화면출력 방법 등 기반기술을 적용하였다(Sung et al. 2004; 성현일 등 2005a; 성현일 등 2005b).

2장에서는 DB에 포함된 내용에 관하여 설명하고, 3장에서는 시스템 개발에 관하여, 4장에서는 웹 구현에 관하여, 5장에서는 결론을 논하고자 한다.

2. DB 내용

본 연구에서 개발한 Archiving 시스템에 우선 적용할 천문 이미지의 총 개수는 38,700여장으로 이들은 크게 두부류로 나누어진다. 첫 번째는 천문현상과 관련된 이미지들이고, 두 번째는 일반 천체 이미지들이다.

2.1 천문현상 이미지

한국천문연구원에서는 10년이 넘는 오랜기간 동안 각종 천문현상을 관측하였고, 확보한 이미지 자료를 보관해 오고 있다. 이들 자료의 현황은 표 1.과 같다.

천문현상 이미지는 태양과 달, 행성, 유성, 혜성, 소행성 등과 관련된 것들로 약 2,700여장의 분량으로 구성되어 있다(그림 1.).

2.2 천체 이미지

한국천문연구원의 국내외 천문대에서 얻어진 연구용 관측 자료 중 천체 이미지로 활용가치가 높은 25,000여 장을 선별하였다. 연구용 자료는 fits 포맷의 파일이며 이 파일들을 jpg 포맷으로 변환하였다. 각 분류별 이미지의 개수는 표 2.와 같다.

국내의 천문연구 특성상 관측된 자료는 성단 이미지가 20,000여장으로 가장 많고 그 다음으로 은하와 성운의 이미지가 많다(그림 2.). 또한, 보현산천문대 태양망원경으로 얻은 태양의 실시간 이미지 중 10,000여장을 선별하여 DB화 하였다.

2.2.1 지역천문대 자료

보현산천문대와 소백산천문대, 레몬산천문대의 광학망원경과 보현산천문대의 태양망원경을 이용하여 1997년부터 2005년까지 관측한 자료를 대상으로 하였다.

2.2.1 기타자료

한국천문연구원이 매년 개최하는 천체사진공모전에 입상한 사진과 홈페이지에 매주 게재하는 이주의 천체사진은 선명도와 색상 등의 측면에서 높은 품질을 갖고 있다. 이 사진들은 일반인에게 천체 이미지를 알리기에 적합한 것이어서 지역천문대에서 얻어진 흑백 이미지와 함께 Archiving 대상으로 하였다.

표 1. 천문현상별 이미지 개수

관련천체	천문현상	이미지 개수
태양	일식	319
달	월식	1459
행성	금성의 태양면 통과	63
	목성식	8
	토성식	253
	행성직렬	2
기타	소행성	11
	유성	406
	혜성	184

표 2. 천체 이미지별 개수

촬영지	분류	이미지 개수
지역천문대	성단	20,637
	성운	529
	은하	3,433
	태양	10,701
	기타	454
기타	천체사진포모전 입상작품	118
	이주의 천체사진 선정작품	69

2.3 유용성

천체 이미지 자료와 천문현상 이미지 자료는 천문학 연구자들의 연구에 유용하게 이용 가능하다.

연구자들은 자신이 연구하는 분야의 관련 천체에 대한 국내의 관측이 얼마나 이루어졌고 이용 가능한 자료에는 어떤 것이 있는지 찾을 수 있는 방법이 과거에는 없었다. 이후 관측자료 DB 구축(성현일 등 2003, 성현일 등 2004a)으로 자료에 대한 검색은 가능해졌지만, 관측자료 로그파일에 기록한 천체명으로만 검색이 가능했다. 본 Archive는 자료를 분류하여 카테고리화 하였기 때문에 특정 분야에 대한 검색이 가능하다. 또한 보현산천문대와 소백산천문대, 레몬산천문대의 관측자료를 한꺼번에 검색할 수 있어 검색 효율이 뛰어나다. Archiving 작업 과정에서 이미지 자료의 품질검증을 실시하여 사용이 불가능한 이미지들은 Archiving 대상에 제외하였기 때문에 검색 결과에서 품질이 낮은 자료들을 검사하는데 소비되는 시간을 절약할 수 있어 연구의 효율 또한 높아졌다. jpg로 전환된 파일만으로 검색과 이미지 확인을 하므로 프로그램이 빠르게 작동하며, fits 파일을 담고 있는 관측자료

DB와 연동할 경우 검색 다음단계인 다운로드로 직접 연결도 가능하게 된다.

천문현상 이미지 자료 중, 지속적으로 축적되는 소행성 관측자료는 소행성의 특성 연구에 사용 가능한 기본 자료이며, 새롭게 발견되는 소행성의 경우에는 관측자료를 바탕으로 궤도계산을 하여 지구접근 여부 등을 예측할 수 있다. 유성과 혜성의 측광학적 자료는 태양계 천문학 연구에 이용 가능하다. 일식 자료의 경우, 다양한 필터로 관측된 이미지들로부터 태양 대기층의 물리적 상태에 대한 연구를 수행할 수 있다. 태양관측 이미지의 경우에는 모니터링 관측으로 획득한 만장이 넘는 자료를 축적하고 있어 특정 시각의 태양 활동상황을 확인하는데 유용한 자료이며, 이는 우주과학 분야의 연구에 이용 가능할 뿐만 아니라 모형연구를 하는 경우에도 비교 자료로 활용 가능하다. 또한 백색광과 Ha 등 파장에 따른 관측자료는 태양 자체의 활동에 대한 연구에 필수적 자료가 될 것이다.

3. 시스템 개발

천문현상 이미지와 천체 이미지로 이루어진 Archive를 운영하기 위하여 응용 S/W의 개발과 검색엔진의 탑재, 자료 관리시스템의 구축을 추진하였다.

3.1 응용 S/W 개발

Archiving 시스템을 구축하기 위한 응용 S/W에는 웹 서버에서 작동하는 웹 구현 검색 프로그램과 관리 서버에서 작동하는 이미지 자료의 DB 입력 프로그램, fits 파일의 jpg 포맷 변환 프로그램, 데이터 복구 및 관리 프로그램, 통계 및 접속 관리 프로그램 등이 필요하다(그림 3).

3.2 검색기능 및 메타데이터

이미지에 관한 기본 정보를 담고 있으며 이미지와 함께 관리되는 메타데이터는 XML화 하여 Archive에 저장한다. 검색 수행시 메타데이터를 통해 인덱싱 속도를 향상시킬 수 있다.

3.2.1 검색엔진

검색은 상세 검색, 히스토리 검색 등 다양한 방법으로 실시한다. 정형화된 자료와 비정형화된 자료를 함께 검색하고, 기존자료와 실시간으로 입력되는 신규자료에 대한 통합검색도 수행할 수 있다. 갱신주기가 짧은 특성을 갖는 자료에 대해서는 자료의 생성과 수정, 삭제 정보를 지속적으로 감지하여 신규 및 변경된 자료만을 수집한 후 분산·병렬·색인함으로써 확장성 있고 안정적인 실시간 검색이 가능하게 만들었다.

웹 기반의 통합관리 인터페이스를 통하여 쉽게 검색

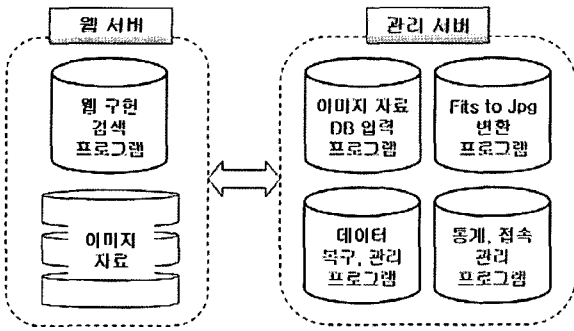


그림 3. 응용 S/W. Archive 시스템 구축을 위해 웹 서버와 관리 서버에 응용 S/W를 탑재한다.

및 결과화면을 최적화 하고, 관리자의 다양한 요구사항을 반영할 수 있는 시스템을 구축하였다. 통합검색엔진 이상·장애 발생시 시스템이 자동적으로 관리자에게 장애 유형과 장애 대책 사항 등을 관리자 이메일로 발송하여 신속한 처리가 가능하다.

3.2.2 검색표준안 및 검색부가기능

AND, OR, NOT 등의 연산자를 이용한 검색과 복합문자 검색 기능을 부여하여, 일반인들이 익숙한 포털사이트의 검색방법과 비슷한 사용환경을 갖추었다(부록 A).

결과 내에서 재검색을 하는 기능을 구현하였고, 검색 결과의 정렬기능과 검색결과의 개수를 지정할 수도 있게 하였다(부록 B).

3.2.3 자료수집

이미지 자료는 자료 수집 서버에 일차적으로 저장한 다음 분류 작업에 들어간다. 자료의 메타데이터 필드(천체이름, 천체분류, 관측지, 적경, 적위, 관측일, 관측시간, 필터, 노출시간) 색인여부와 이미지의 품질에 따라 등급을 조정하여 DB화 대상자료를 선별, 인덱스를 생성한다. 메타데이터로부터 이미지를 분류하고, 색인자료를 추출하여 웹 문서와 이미지 파일을 링크 시킨다. 수집된 이미지 파일은 BMP, JPG, GIF 등 다양한 형태이지만 포맷일치 작업을 통해 최적의 형태로 변환시킨다. 추출된 색인정보를 이용하여 이미지 파일에 대한 검색이 가능하게 된다(그림 4). 색인 주기를 자료수집 시스템과 연동하여 시간대별, 일별, 월별로 조정할 수 있다.

3.3 DB 관리 프로그램

3.3.1 CMS 모듈

효율적인 콘텐츠 관리 및 DB 관리를 위해 전 세계적으로 사용되는 시스템인 WCMS(Web Content Management

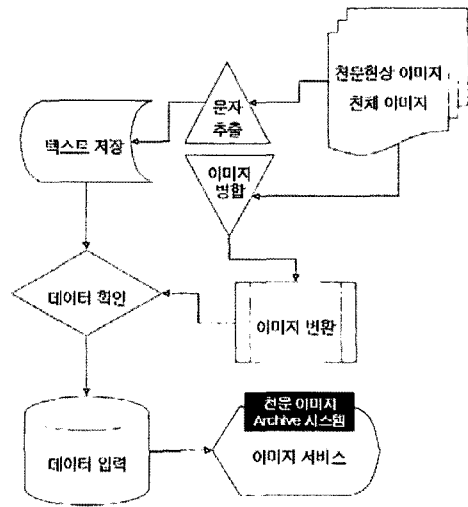


그림 4. 이미지 처리 모듈 흐름도. 메타데이터로부터 색인 정보를 추출하고 변환된 이미지와 텍스트 정보를 일치 시킨 다음 DB에 입력한다.

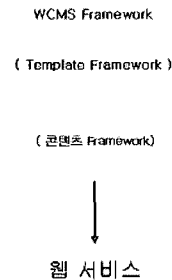


그림 5. WCMS 기본 프레임 워 구성도

System)의 모듈을 활용하여 보다 자료 관리가 용이한 시스템을 구축하였다. WCMS의 기본 프레임 워는 그림 5와 같다. 메타데이터의 통합적인 관리를 위한 CMS는 메타데이터의 전체 라이프 싸이클(생산·수집·이동 → 분석·수정 → 승인 → 입력 → 등록 → 저장·폐기)을 관리하고, 메타데이터의 내용과 표현형태를 분리하여 메타데이터 관리의 생산성을 향상 시킬 수 있도록 해준다(그림 6).

본 Archive에 응용된 CMS 모듈은, 이미지와 텍스트의 통합메타데이터 관리기능과 메타데이터 수집·전파 등의 내역관리기능, 통합메타데이터의 입력·수정·삭제 기능, 데이터 잠금 기능, 메타데이터 출력 및 조회 기능 등을 갖고 있다.

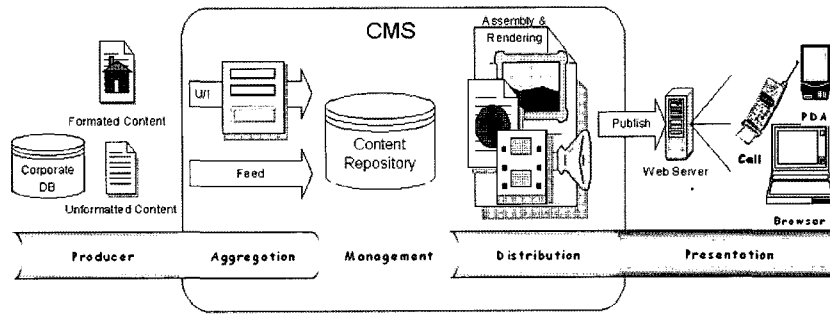


그림 6. CMS 개념도. CMS는 메타데이터의 수집부터 폐기까지 전체 라이프 사이클을 관리한다.

3.3.2 관리자 기능

DB 입력 프로그램의 권한 부여를 위해, 관리자와 일반사용자로 나누어 관리자만 DB 입력이 가능하게 권한을 설정할 수 있다. 일반 사용자가 자료의 등록을 원할 경우, 관리자가 확인·승인을 하면 Archive에 입력이 가능하게 하여 자료입력의 유연성을 두었다. 이를 통해 다양한 자료의 입력을 유도하여 Archive의 양과 질을 향상시킴과 동시에 시스템의 활성화를 도모할 수 있다. DB 입력시 이미지의 포맷(format)이나 메타데이터의 종류 및 내용을 검증하는 단계를 두어 입력내용 오류를 방지할 수 있는 시스템을 구축하였다.

3.3.3 콘텐츠 관리

입력 승인이 끝난 콘텐츠는 편집기에 의해 각 서버로 전송이 되며, 이미지, 문서, 링크 등의 모든 콘텐츠 자료가 웹에서 손쉽게 관리가 가능하도록 웹 기반의 관리 프로그램을 개발하였다. 이는 관리자 및 일반 사용자들의 사용 환경에 맞게 설계 되었다. 또한 전송된 콘텐츠의 라이프 사이클은 전용 관리 틀에서 관리를 한다. 콘텐츠 관리의 흐름은 그림 7.과 같다

3.3.4 통계 프로그램

관리 프로그램에는 자료의 이용 현황에 대한 통계관리 기능도 포함된다. 시간별, 날짜별, 브라우저별 접속 현황을 알 수 있고, 이용자별 접속횟수도 파악할 수 있다. 또한 접속빈도가 높은 자료에 대한 파악도 가능하다. 모든 접속통계는 웹브라우저 상에서 그래프로 표현된다.

3.4 DB 설계

DBMS는 MySQL을 적용하였다(Thomson & Welling

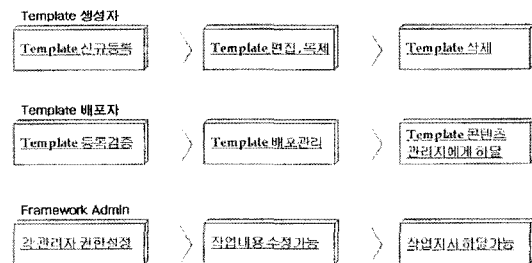


그림 7. 콘텐츠 관리의 흐름도. template의 생성, 배포, 관리의 역할에 따라 업무의 범위가 결정된다.

2001; Kimula & Takahashi 2002; Welling & Thomson 2003; 허정수 2000; 조준익 2000; 김호 2003). CMS 서버에 메타데이터를 모두 넣은 다음 CMS에서 유용한 자료만 DBMS로 업로드 하도록 했다.

DB 제작을 위한 MySQL 테이블은 메타데이터 테이블과 천문현상 이미지 테이블, 천체 이미지 테이블, 회원목록 테이블, 회원통계 테이블, 로그통계 테이블, 코드 테이블 등으로 구성되어 있다(부록 C).

3.5 H/W 구성

Archive 시스템은 웹 서버, DB 서버, 관리 서버 등 3대의 서버로 구성되고, 웹 서버는 일반 사용자의 PC와 인터넷으로 연결되며, DB 서버는 메타데이터를 입력하는 자료 입력용 PC와 내·외부 네트워크로 연결된다(그림 8). 웹 서버와 DB 서버는 Windows 2003을 운영체제로 하였으며 관리 서버는 Linux를 운영체제로 하였다.

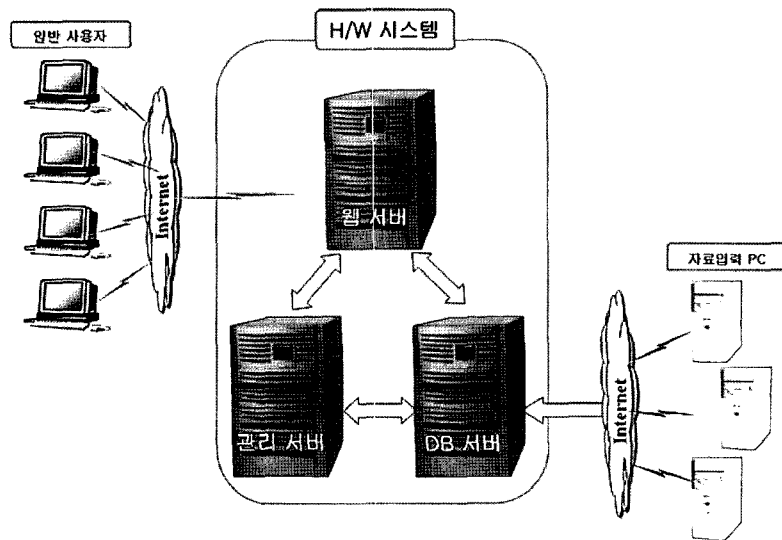


그림 8. H/W 구성도. 웹 서버는 외부 사용자와, DB 서버는 자료입력용 PC와 연결된다.

4. 웹 구현

4.1 검색

이미지 검색과 텍스트 검색을 동시에 수행하는 통합검색 기능과 조건에 따른 검색이 가능한 상세검색 기능을 구현하였다. 메타데이터에 담긴 모든 정보가 DB화 하였고, 이 자료 전부를 대상으로 통합검색을 하게 된다. 상세검색에서는 카테고리 및 검색방법, 출력 페이지 수 등을 선택할 수 있고 이 조건 아래에서 검색어를 입력하여 결과를 얻어내게 된다. 카테고리 선택에서는 각 천문대별, 이미지 분류별 선택이 가능하며, 참고자료로 DB화 해 놓은 동영상과 텍스트 등 기타 관련 자료들도 선택할 수 있다. 검색방법은 조건검색과 자연어검색 중 하나를 선택할 수 있게 만들었다.

4.2 결과

검색결과는 결과물의 종류에 따른 자동분류 방식을 적용하여, 이미지 검색과 텍스트 검색 결과를 구분하여 나타내게 하였다. 여러 개의 이미지를 한꺼번에 볼 수 있도록 썸네일의 형태로 검색결과를 나타내며 원하는 이미지를 쉽게 찾을 수 있도록 하였다.

이미지 파일은 512×512 크기로 다운로드 받을 수 있다. 파일의 관리와 사용자의 요구분석을 통해 더 나은 시스템을 구축하기 위해 파일 다운로드 기록을 관리할 수 있게 웹 페이지를 디자인 하였다.

5. 결론

천문현상 이미지는 정확한 예측과 특정한 시각의 관측을 통해서만 얻을 수 있는 자료이다. 우리나라의 고문헌 기록에 따르면 B.C. 2183년부터 천문현상에 대한 관측이 이루어졌음을 알 수 있다. 한국천문연구원 천문현상 관측의 역사를 이어받아 오늘날 과학적인 예측과 관측을 수행하고 있으며 결과물들을 축적하고 있다. 또한, 학술연구의 목적으로 천문대에서 관측된 천체 관측자료 중 품질이 좋은 이미지들을 선별하여 축적해 놓고 있다. 천문현상 이미지들과 천체 이미지들의 수집·관리와 일반 대상 공개를 위해 이 자료들을 DB화 하고 검색 및 내려받기를 할 수 있는 Archiving 시스템을 개발하였다.

시스템은 웹 서버와 DB 서버, 관리 서버 등 3대의 서버로 구성하였으며, 웹 서버에는 웹 구현 검색 프로그램을 관리 서버에는 DB 입력 프로그램과 fits 파일의 jpg 변환 프로그램, 데이터 복구 및 관리 프로그램, 통계 및 접속 관리 프로그램 등의 응용 프로그램들을 개발하여 탑재하였다. 자료는 생산된 곳에서 온라인으로 입력이 가능하며 관리자는 모아진 자료를 분류·선별하여 DB에 입력하게 된다. DB의 자료관리를 위해서 CMS 모듈을 적용하였고, 이를 기본으로 자료의 생산·수집에서부터 저장·폐기까지 메타데이터의 전체 라이프 싸이클을 관리할 수 있는 시스템을 구축하였다. 검색을 위해 메타데이터에서 인덱스를 추출하는 기법을 사용했으며, DBMS는 MySQL을 적용하였다. 현재 약 2,700여장의 천문현상사진과 약 25,000장의 천체사진을 Archive하여 운영중이다.

Archive는 모든 자료를 분류하여 카테고리화 하였기 때문에 원하는 카테고리 내에서 자료를 검색할 수 있고, 보현산천문대와 소백산천문대, 레몬산천문대의 관측 자료를 동시에 검색할 수 있어 자료의 검색 효율과 정확도가 기존의 관측자료 DB에 비해 뛰어나다. 또한 모든 자료에 대한 검증을 거쳐 품질이 낮은 이미지 자료는 제외하였기 때문에 검색결과와 품질을 사용자가 재확인하는 과정이 필요 없는 장점이 있다. 지역천문대의 이미지 자료 검색 후, 다른 서버에 구축되어 있는 관측자료 DB의 다운로드 기능과 연동하면, 각각 다른 서버에서 구현되는 검색과 fits 파일의 다운로드 기능을 하나의 흐름에서 이용 가능하여 사용자 편의성은 훨씬 높아진다.

천문 이미지 Archiving 시스템은 한국천문연구원 천문우주정보센터에서 지금까지 구축한 천문학 전공자를 위한 각종 DB 구축 기술을 한 단계 발전시켜 자료의 입력 및 수정, 관리 기능을 강화한 것이다. 이 Archiving 시스템의 구축은, 오랜 기간 동안 이룩한 연구 결과물을 안정적으로 보관 및 관리할 수 있는 장치를 마련하였다는 것과 발전된 Archiving 기술을 이용하여 연구자의 활용효율을 향상시켰다는 점 그리고, 사용자 범위를 일반인까지 넓혀 자료의 활용도를 높일 수 있게 하였다는데 의미가 있다.

감사의 글 : 논문 작성에 많은 도움을 준 한국천문연구원의 남현웅 선생님께 감사드립니다.

참고문헌

- 김호, 2003, Kimho의 MySQL로 배우는 데이터베이스 프로그래밍, 영진.COM
- 성현일, Jian Sang, 김상철, 김봉규, 임인성, 안영숙, 손상모, 양홍진, 2005a, 천문학논총, 20, 55
- 성현일, Jian Sang, 김봉규, 임인성, 김상철, 안영숙, 2005b, 천문학논총, 20, 85
- 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
- 조준익, 2000, UNIX 서버와 DB구축, 미래컴
- 허정수, 2000, 아주 특별한 웹데이터베이스 MySQL & WEB DB 연동, 베스트북
- Kimula, H. & Takahashi, M., 2002, 입문 SQL, 영진.COM
- 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
- Thomson, L. & Welling, L., 2001, PHP와 MySQL을 이용한 웹사이트 개발, 인포북 (황영준 옮김)
- Welling, L. & Thomson, L., 2003, 성공적인 웹 프로그래밍 - PHP와 MySQL, 인포북 (류정욱 옮김)

부록 A. 검색표준안

표 A. 연산자별 검색표준안

연산자	설 명
AND 연산자	<ul style="list-style-type: none"> - AND 연산자 'AND'는 특수기호 '&'로 대신할 수 있으며, 연산자 앞뒤의 검색어가 모두 나타나는 문서를 검색함 - 검색어만을 나열한 형태의 연산자가 생략된 경우, 즉 공백(space)은 AND 연산자로 간주됨
OR 연산자	<ul style="list-style-type: none"> - OR 연산자 'OR'는 특수기호 '+' 또는 ' '로 대신할 수 있으며, 연산자 앞뒤의 검색어 중 하나 이상이 나오는 문서를 검색함
NOT 연산자	<ul style="list-style-type: none"> - NOT 연산자 'NOT'은 특수기호 '!'로 대신할 수 있으며, 연산자 앞의 검색어는 포함하고, 연산자 뒤의 검색어는 들어있지 않은 문서를 검색함
복합 검색 연산자	<ul style="list-style-type: none"> - 복합검색은 세 가지 이상의 연산자를 혼용하는 문서 검색을 의미함
구문검색 연산자	<ul style="list-style-type: none"> - 여러 개의 단어를 하나의 단위로 취급하는 것을 어구 또는 구 (phrase)라 함 - 구문검색은 공백이 포함 된 질의어들을 포함하는 문서 검색에 사용할 수 있으며, 특수기호인 큰따옴표(" ")로 표시함 - NEAR 연산자를 사용하는 경우 구문검색 연산자는 사용하지 않을 수 있음

부록 B. 검색부가기능

표 B. 검색부가기능

검색기능	설 명
결과 내 재검색	<ul style="list-style-type: none"> - 검색된 결과 집합에 대해 신규 검색어로 다시 수행하는 검색
검색어 반전	<ul style="list-style-type: none"> - 검색결과 리스트에서 검색어를 강조하기 위하여 배경색과 검색어를 반전시켜 보여주는 기능으로 검색어와 더불어 재검색어도 검색어 반전 기능(하이라이트)을 적용하여 별도로 표시함
검색결과 정렬	<ul style="list-style-type: none"> - 기본적으로 <정확도순>을 기준으로 하며, <날짜순>, <제목순>, <필드별> 등의 4가지에 대해 <오름차순> 또는 <내림차순>으로 정렬가능
검색결과 개수지정	<ul style="list-style-type: none"> - 검색결과개수를 N개로 지정하여 출력하는 기능을 제공함

부록 C. 주요 테이블 레코드 리스트

C-1. 메타 테이블 : Send_Meta_T

Send_Meta_T	Send_Meta_T
Mdata_seq: int	Mdata_seq
Meta_FileName: varchar(50)	기관관리번호
Institute_Code: varchar(10)	기관코드
DB_Class_Code: char(10)	DB클래스코드
Table_info: varchar(50)	테이블명
Transaction_Info: char(3)	Transaction 정보
Transaction_date: varchar(10)	Transaction 날짜
mainTitle: varchar(255)	메인제목
alternative: varchar(255)	대안제목
creator: varchar(100)	작성자
subject: varchar(255)	대상
type: varchar(20)	자료유형
Identifier_URL: varchar(255)	식별자 URL
Identifier_UCI: varchar(255)	식별자 UCI
Identifier_DOI: varchar(255)	식별자 DOI
publisher: varchar(50)	출판사
Issued_date: char(10)	발행연월일
Created_date: char(10)	작성연월일
Modified_date: char(10)	수정연월일
Abstract: text	요약
tableOfContent: text	다중로드정보
Format_extent: varchar(100)	소요시간 파일크기
Format_medium: varchar(100)	파일형식
mdCenter: varchar(100)	배라데이터센터명
recordUnit: varchar(20)	배라데이터단위
Err_flag: char(1)	에러코드
User_ID: varchar(20)	등록자

C-2. 천체이미지 테이블 : Space_T

Space_T	Space_T
Space_num: int	일련번호
Meta_FileName: varchar(50)	메타파일
Space_Obsv_Inst: varchar(20)	천문대명
Space_Kind: varchar(20)	천체데이터 종류
Space_Object: varchar(15)	천체대상
Space_Ra: varchar(15)	적경 Right Ascension
Space_Dec: varchar(15)	적위 Declination
Space_Epoch: varchar(15)	기준연대
Space_O_Date: char(10)	촬영일자
Space_O_Time: char(10)	촬영시간
Space_UT: varchar(15)	기준시간 Universal Time
Space_Filter: varchar(10)	사우 필터
Space_Exp: numeric(10)	기환
Space_Obsv_Name: varchar(20)	촬영자
Space_Expain: varchar(50)	설명
Space_Sum: varchar(50)	JPG 원네일 파일명
Space_512: varchar(50)	JPG 512 사이즈 파일명
Space_Orig: varchar(50)	JPG Original Size 파일명
Space_Fits: varchar(50)	Fits 파일명
Space_Repre: char(1)	대표이미지
Space_Propos: char(1)	추천이미지
Space_Mark: char(1)	비고
Space_U_Date: char(10)	최종수정일
Space_U_Time: char(10)	최종수정시간
Space_U_User: varchar(20)	최종수정자

C-3. 천문현상 테이블 : Astro_T

Astro_T	Astro_T
Astro_num: int	일련번호
Meta_FileName: varchar(50)	메타파일
Astro_Obsv_Inst: varchar(20)	촬영기관명
Astro_Kind1: varchar(20)	천체데이터 1
Astro_Kind2: varchar(20)	천체데이터 2
Astro_Kind3: varchar(20)	천체데이터 3
Astro_Object: varchar(20)	천체대상
Astro_Epoch: varchar(15)	기준연대
Astro_O_Date: char(10)	촬영일자
Astro_O_Time: char(10)	촬영시간
Astro_Filter: varchar(10)	사우 필터
Astro_Exp: varchar(50)	기환
Astro_Obsv_Name: varchar(20)	촬영자
Astro_Expain: text	설명
Astro_Sum: varchar(50)	JPG 원네일 파일명
Astro_512: varchar(50)	JPG 512 사이즈 파일명
Astro_Orig: varchar(50)	JPG Original Size 파일명
Astro_Fits: varchar(50)	Raw 파일명
Astro_Repre: char(1)	대표이미지
Astro_Propos: char(1)	추천이미지
Astro_Mark: char(1)	비고
Astro_U_Date: char(10)	최종수정일
Astro_U_Time: char(10)	최종수정시간
Astro_U_User: varchar(20)	최종수정자
Astro_equi: varchar(30)	촬영장비
Astro_stat: varchar(30)	현상상태
Astro_Part: varchar(20)	부분
Astro_Sum_attach: varchar(100)	원네일
Astro_Orig_attach: varchar(100)	오리지널 원네일
Astro_512_attach: varchar(100)	512 원네일
Astro_Fits_attach: varchar(100)	RAW 원네일

C-4. 회원테이블 : Member_T

Member_T	Member_T
Member_ID: char(18)	Member_ID
Member_Name: varchar(20)	사용자 이름
Member_Juin1: char(6)	주민등록번호1
Member_Juin2: char(7)	주민등록번호2
Member_Date: char(8)	등록일시각
Member_Time: char(6)	등록일상태
Member_Stat: char(1)	비밀번호
Member_Pass: varchar(10)	비밀번호 오류횟수
Member_Err: tinyint	비밀번호
Member_Level: char(1)	사용자분류
Member_Hoby: char(2)	관심분야
Member_Tel_Home: varchar(16)	집전화
Member_Tel_Mob: varchar(16)	휴대전화
Member_Job: char(4)	직업
Member_Zip: char(6)	우편번호
Member_Addr1: varchar(100)	광주주소
Member_Addr2: varchar(100)	상장주소
Member_Addr_Kind: char(1)	주소유형
Member_Email: varchar(50)	이메일
User_Certification: char(1)	인증여부
Member_Login: int	로그인횟수

C-5. 회원통계 테이블 : Access_T

access_t	Access_t
idx	idx: int
아이피	ip: char(15)
로그시간	acc_date: datetime
user_agent	user_agent: varchar(255)
접속페이지	referer: varchar(255)
브라우저	browser: varchar(255)
PC환경	os: varchar(255)

C-6. 코드 테이블 : Grand_code_T

Grand_Code_T	Grand_Code_T
Code_Kind: varchar(20)	Code_Kind
Code_Value: varchar(20)	Code_Value
Code_num: int	일련번호
Code_Expain: varchar(50)	설명
Code_Default: varchar(10)	기본값
Code_Note: char(18)	비고

C-7. 로그통계 테이블 : Visit_Counter_T

Visit_Counter_T	Visit_Counter_T
vIP: CHAR(18)	로그순번
vIP: CHAR(18)	아이피주소
vPort: CHAR(18)	연도
vDB: CHAR(18)	월
vDB: CHAR(18)	일
vHH: CHAR(18)	시간
vSeason: CHAR(18)	계절
vDV: CHAR(18)	접속횟수
vBrowser: CHAR(18)	브라우저
vOS: CHAR(18)	OS
vReferer: CHAR(18)	접속정보
vTarget: CHAR(18)	클릭페이지