

Формирование цифровой версии фотографического архива Крымской астрофизической обсерватории

© Н.И. Бондарь, А.А. Шляпников

НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория», п. Научный, АР Крым, 98409
bondar@crao.crimea.ua

Аннотация

Астрономические базы данных, в частности фотографические архивы, являются источником информации для выполнения конкретных астрономических исследований. В работе обсуждаются вопросы интеграции базы данных о широкоугольных негативах стеклянной библиотеки Крымской астрофизической обсерватории в глобальный мировой каталог WFPDB, подготовка цифровых изображений фотопластинок, их обработка и анализ в рамках исследуемой задачи с привлечением сетевых ресурсов.

1 Введение

В архиве Крымской астрофизической обсерватории (КрАО) хранятся несколько десятков тысяч пластинок с прямыми изображениями неба и спектральными наблюдениями с объективной призмой [1], фотографические спектрограммы [2], а также десятки тысяч негативов на пленке. Одним из элементов создаваемого в обсерватории астрономического архива является база данных, в которой содержится информация о части широкоугольных фотопластинок и телескопах, на которых они получены [3]. Формат базы данных удовлетворяет требованиям для включения ее в глобальный каталог (WFPDB – Wide-Field Plate Database), хранящийся в Центре астрономических данных в Софии и объединяющий базы данных о панорамных наблюдениях неба со всех обсерваторий [4]. WFPDB уже сейчас является источником информации для выбора нужных пластинок, а с размещением в нем оцифрованных изображений негативов каталог становится частью виртуальной обсерватории [5]. Подготовка цифровых изображений всего архива наблюдений - трудоемкий и

длительный во времени процесс. Однако можно осуществить дифференцированный подход к выбору негативов из БД широкоугольных наблюдений, сканирование которых требуется в первую очередь для решения конкретной астрофизической задачи. В КрАО уже много лет ведется поиск циклов магнитной активности у вспыхающих звезд малых масс и в связи с этим начата работа по оцифровыванию фотопластинок, на которых могут присутствовать эти объекты.

2 Сканирование негативов, предварительная обработка и форматы сохраняемых данных

Для создания нужной выборки негативов из архива КрАО мы использовали поисковую систему WFPDB (<http://draco.skyarchive.org/search/>) и «Каталог вспыхающих звезд типа UV Кита и родственных объектов в окрестности Солнца» [6], содержащий 463 объекта. Для 30% звезд каталога в соответствии с их координатами найдены негативы, размер поля которых и динамический диапазон позволяют обнаружить и провести исследования блеска звезд на временном интервале в несколько лет.

Подготовка фотопластинок к сканированию заключается в удалении со стеклянной поверхности всех рабочих пометок со стороны стекла и наслоений, вызванных условиями длительного хранения, естественно, без повреждения эмульсионного слоя. Сканирование негатива без предварительной очистки загрязнений приведет в последующем к уменьшению точности измерений.

Для перевода негатива в цифровой вид требуются специализированные сканеры, которые обеспечивают

сканирование «на просвет». Если негатив сканировать обычным способом «на отражение», то немалая часть информации о его плотности почернения будет утеряна. Это связано с особенностью хранения информации зернами фотоэмульсии.

Важным вопросом является выбор разрешения, с которым осуществляется сканирование, и динамического диапазона – амплитуды сигналов в элементах изображения. Средний размер зерна фотоэмульсии ~1 мкм, а лучшие астрономические объективы строят изображения звезд размером ~ 30 мкм. Учитывая, что каждое зерно реагирует на световое излучение, а минимальный размер изображения для корректной последующей обработки должен превышать в три раза элемент разрешения регистрирующей системы (в данном

большой динамический диапазон, учитывая особенности сканеров.

Цифровое изображение отсканированной фотопластинки сохраняется в FITS формате [7]. Заголовок файла содержит всю необходимую информацию о негативе и имеет следующий формат: первые 8 символов до знака “=” – идентификатор поля, содержащий информацию для последующей работы с БД негативов и используемую для их обработки; следующие 22 символа представляют текстовые и числовые значения, соответствующие идентификаторам; за символом “/” следует комментарий или описание значения, приписываемого идентификатору (рис.2.1.). При преобразовании в FITS формат условно весь заголовок разделен на четыре группы, определенные в комментариях как “FITS”, “CrAO”,

```

SIMPLE = T /FITS: Compliance
BITPIX = 16 /FITS: I*2 Data
NAXIS = 2 /FITS: 2-D Image Data
NAXIS1 = 10986 /FITS: X Dimension
NAXIS2 = 8242 /FITS: Y Dimension
DATE = '2006-02-03' /FITS: Creation Date
ORIGIN = 'CrAO/WFPDB' /CrAO: Crimean Astrophysical Observatory Wide-Field Plate DataBase
SURVEY = 'SPOSS' /CrAO: G.A.Shajn Photographic Patrol Observations Sky Survey
REGION = 'HD 224918' /CrAO: Region Name
PLATEID = 'CR1017A000324' /CrAO: Wide-Field Plate Database (WFPDB) identification
SCANNUM = '00001' /CrAO: Scan Number
DESCNUM = '0' /CrAO: Descendant Number
TELESCID = 2 /CrAO: Telescope ID
BANDPASS = 1 /CrAO: Bandpass Code
COPYRIGHT = 'CrAO/WFPDB' /CrAO: Copyright Holder
OBSERV = 'Simel2' /CrAO: Observatory
OBSLAT = '+44 24.2' /CrAO: Observatory Latitude (dd mm)
OBSLONG = '+33 59.8' /CrAO: Observatory Longitude (dd mm)
OBHEIGHT = '300' /CrAO: Observatory (sea level) height (m)
TELESCOP = 'Camera Dogmar' /CrAO: Observatory Telescope
TELESCAP = 16.70 /CrAO: Telescope aperture (cm)
INSTRUME = 'Photographic Plate' /Detector: Photographic Plate
EMULSION = 'Astro Platten' /Detector: Emulsion
SENSITIV = ' ' /Detector: Sensitive
FILTER = 'unfiltered' /Detector: Filter type
PLTSCL = 376.00 /Detector: Plate Scale arcsec per mm
PLTSIZE = 180.00 /Detector: Plate X Dimension (mm)
PLTSIZE = 130.00 /Detector: Plate Y Dimension (mm)
STORAGE = '29.2' /Detector: Storage (Box NO., Plate NO.)
PLRA2000 = 0.6416666667 /Observation: Field centre Right ascension, equation 2000.0 (degrees)
PLDE2000 = 66.2783333333 /Observation: Field centre Declination, equation 2000.0 (degrees)
PLRA1950 = '00 00' /Observation: Field centre Right ascension, equation 1950.0 (hh mm)
PLDE1950 = '+66 00' /Observation: Field centre Declination, equation 1950.0 (dd mm)
PLTLABEL = '324' /Observation: Plate Label
DATEOBS = '1958-07-19' /Observation: Date (YYYY-MM-DD)
LOCTIME = '00:57:00' /Observation: Local Time (HH:MM:SS)
SIDTIME = ' ' /Observation: Sidereal Time (HH:MM:SS)
UNTIME = ' ' /Observation: Universal Time (HH:MM:SS)
OBSJD = 36403.41 /Observation: Julian date (2400000+)
EXPOSURE = 30.0 /Observation: Exposure (minutes)
OBSERVER = 'Brodskaya' /Observation: Name of observer
END

```

Рис. 2.1. Пример заголовка FITS – файла, который содержит основную информацию об отсканированной фотопластинке.

случае зерна фотоэмульсии), при сканировании широкоугольных астрономических негативов обычно используют разрешение не менее 600 dpi (dot per inch). При выборе динамического диапазона исходят из соображений, что 256 градаций серого цвета могут перекрывать линейный участок характеристической кривой негатива, однако чаще используют значительно

“Detector” и “Observations”. В группе “FITS” даны разрядность оцифровывания, размеры изображения и дата создания файла. Группа “CrAO” содержит сведения о принадлежности данного файла к конкретному архиву изображений обсерватории, наблюдательной программе, в процессе реализации которой был получен негатив, его идентификационный номер по WFPDB,

сведения об обсерватории и телескопе, на котором отснята фотопластинка. Группа “Detector” описывает регистрирующую часть, основные параметры негатива и где он хранится. В группе “Observations” даны координаты центра изображения на различные эпохи, дата и время получения, а также указан наблюдатель, выполнивший его съемку.

3 Редукция измерений в стандартную систему

Комплекс процедур цифровой обработки рассмотрен в применении к негативам размером 10 x 13 градусов из коллекции КраО. Они отсканированы на сканере «Сreo» как цветное изображение с разрешением 1200 dpi. В ходе обработки было выполнено цветоделение, с представлением в серой шкале каждого из каналов и сложением в окончательное изображение, сохраненное в FITS формате. Это обеспечило расширение динамического диапазона для градаций серого цвета в 3 раза.

Затем был выделен фрагмент пластинки размером 40 угловых минут и обработан с помощью программы, выполняющей астрометрическую и фотометрическую редукцию всех объектов в изображении. Результаты обработки фрагмента изображения представлены на рис. 3.1 и рис. 3.2. На рис. 3.1 окружностями отмечены объекты, выбранные для выполнения фото-

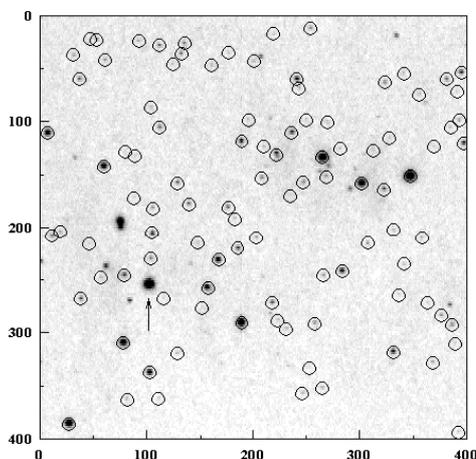


Рис. 3.1. Объекты, выделенные для редукции.

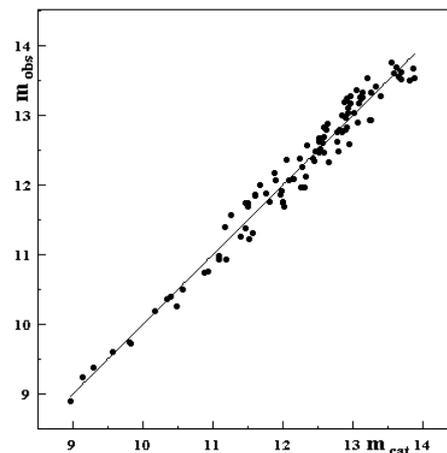


Рис. 3.2. Приведение в стандартную систему.

метрической редукции, а рис. 3.2 иллюстрирует линейный характер зависимости между найденными звездными величинами этих объектов и их каталожными значениями.

После исключения объектов, имеющих значительные отклонения от каталожных величин, средняя квадратичная ошибка по выборке из 100 объектов составила 0.04 звездной величины.

4 Взаимодействие создаваемой базы данных с другими электронными библиотеками

В результате выполнения описанного комплекса работ на выходе мы имеем: сохраненный в FITS формате оцифрованный негатив, его уменьшенную копию в GIF формате, предназначенную для предварительного просмотра, приведенный в стандартную систему каталог объектов, зафиксированных на данном негативе. Результаты обработки помещаются в БД, ключом для ее взаимодействия с другими электронными ресурсами являются координаты исследуемых объектов. При этом представление результатов в определенной форме обеспечивает возможность применения стандартных сетевых приложений, разработанных для работы с астрономическими каталогами.

Рисунок 4.1 иллюстрирует отображение объектов, полученных в результате обработки фрагмента

негатива, с помощью системы интерактивного визуального анализа ALADIN [9]. Особенность использования сетевого приложения заключается в подготовке информации оригинального каталога, полученного в результате

выполнении редукции был исключен из выборки из-за заметных отклонений в блеске, т.е. звезду можно заподозрить в переменности. Указанные выше каталоги подтверждают, что объект является переменной звездой. Интерактивный

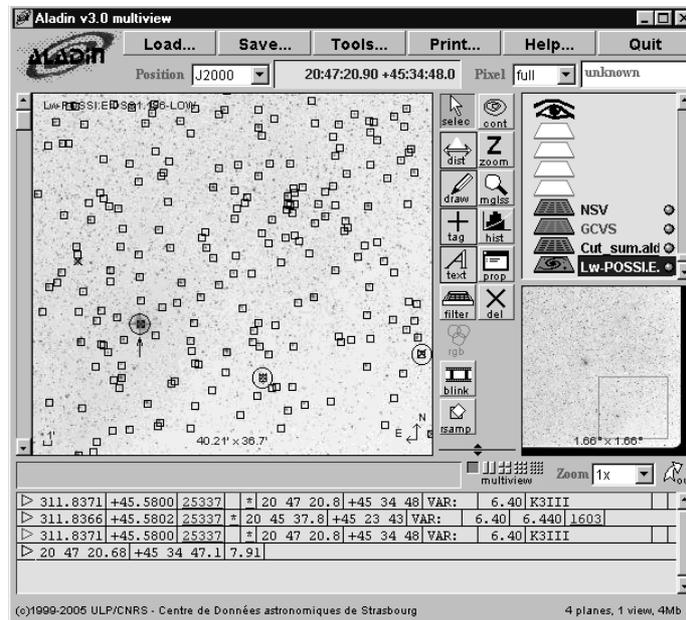


Рис. 4.1. Пример взаимодействия оригинального каталога с внешними базами данных.

обработки негатива из архива стеклянной библиотеки, в соответствующем формате. Так одним из вариантов представления внешних данных в системе ALADIN предусмотрено использование формата Tab-Separated-Value (TSV), где разделителем полей выступает символ табуляции, которым разделены координаты объекта на эпоху 2000 года и другая информация. Для отображения информации в интерактивном приложении данные обработки были конвертированы в необходимый формат.

Все найденные объекты представлены на большей панели в виде квадратов, нанесенных на изображение анализируемой области неба. К оригинальному каталогу добавлены каталоги переменных звезд (GCVS) и звезд, заподозренных в переменности (NSV) [10]. Не менее трех объектов из нашего каталога совпадают по положению с объектами из указанных каталогов (отмечены окружностями). Так, звезда, отмеченная стрелкой на рис. 4.1 (крайняя левая), соответствует объекту, указанному стрелкой на рис. 3.1, который при

доступ к базам данных позволил получить информацию об этой звезде, которая представлена в нижней части интерфейса.

Заключение

Для создания цифровой версии стеклянной библиотеки требуется прохождение нескольких этапов, обеспечивающих размещение, доступ и обработку информации. Некоторые из них описаны здесь на примере создания базы данных по архиву широкоугольных фотографических негативов КрАО. Размещение БД КрАО в WFPDB обеспечивает пользователям удаленный доступ к информации об имеющихся в обсерватории фотопластинках, используя код обсерватории и нужные ключи, например, координаты объектов и центров пластинок. Сканирование негативов и создание их уменьшенных копий позволит «виртуальному наблюдателю» с помощью сетевых ресурсов выполнить предварительный просмотр качества изображений и

сделать отбор полных изображений или их фрагментов для решения собственных задач.

Создание оригинального каталога по результатам обработки оцифрованных негативов из стеклянной библиотеки, обеспечение к нему сетевого доступа и разработка интерфейсов взаимодействия с другими электронными библиотеками станет завершающим этапом в подготовке цифровой версии астрономического фотографического архива КрАО.

Авторы выражают глубокую благодарность дирекции ГАИШ МГУ за многолетнюю поддержку наших исследований, предоставление доступа к фотографическому архиву и средствам сканирования и обработки. Мы благодарны Н.Н. Самусю, А. Жаровой, А. Белинскому, И. Лифшицу за оказанную ими помощь в работе.

Литература

- [1]. N.I.Bondar. Wide-field plate archive of the Crimean Astrophysical Observatory. // Bull. of the CrAO, 1999, **95**, p.170.
- [2]. N.Polosukhina et al. The Catalogue of Spectroscopic Data of the Crimean Observatory. // Baltic Astronomy, 1997, **6**, p.340.
- [3]. Н.И.Бондарь. Базы данных о фотографических архивах и их использование для астрофизических задач. //Труды Четвертой Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции». Дубна, 2002, т.1, с.271.
- [4]. M.K.Tsvetkov et al. Wide-Field Plate Database: 10 Years of Development. // Virtual Observatory: Plate Content Digitization, Archive Mining Image Sequence Processing. Sofia, 2005, p.8.
- [5]. S.G.Djorgovski, R.Williams. Virtual Observatory: From Concept to Implementation. // ASP Conference Series, 2006, **345**, p.517.
- [6]. R.E.Gershberg et al. Catalogue and bibliography of UV Cet stars flare stars and related objects in the solar vicinity. // Astron. Astrophys. Suppl., 1999, **139**, p. 555.
- [7]. R.J.Hanisich et al. Definition of the Flexible Image Transport System (FITS). // Astron. Astrophys., 2001, **376**, p.359.
- [8]. N.I.Bondar', V.V.Rumyantsev, A.A. Shlyapnikov. Photographic archive of the Crimean Astrophysical Observatory: status and perspective. // Virtual Observatory: Plate Content Digitization, Archive Mining Image Sequence Processing. Sofia, Heron Press, 2005, (in press).
- [9]. F.Genova et al. Recent Evolution of the CDS Services - SIMBAD, VizieR and Aladin. // AAS Meeting 207, 2005, #34.03.
- [10]. N.N.Samus et al. Combined General Catalog of Variable Stars. // SAI MSU. 2004. /GCVS, NSV/.

Towards the digital version of photographic archive of the Crimean Astrophysical Observatory

N.I. Bondar' and A.A. Shlyapnikov

Astronomical data base resources, in particular, photographic archives have been used to solution of concrete astronomical tasks. Some questions about a creating of the data base included wide-field plates from the glass library of the Crimean Astrophysical Observatory, its integration into Global Catalog WFPDB, creating of digital version of plates, computing and analysis in the frame of the investigating task and interoperability between the created data base and other electronic libraries are considered.