Стандартная система редукции астрономических данных MIDAS

Лекция I. Введение. Краткий обзор возможностей

А.Ю. Князев

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, п.Нижний Архыз, 357147, Россия

Слушай первую премудрость, и большей не было в мире никогда со времен Адама... Запомни мои слова и думай над ними неотступно днем и ночью — и тогда ты постигнешь заключающуюся в них премудрость.
Леонид Соловьев. "Повесть о Ходже Насреддине".

Цель любого астрономического эксперимента — получение максимально достоверной информации. Процесс получения такой информация в наблюдательной астрономии формально можно разбить на следующие шаги:

1. Получение астрофизических данных (наблюдения);
2. Буферизация и архивизация полученных данных;
3. Обработка полученных данных;
4. Анализ и интерпретация полученных результатов.

Каждый шаг предполагает наличие и использование целого ряда различных средств и методов, составляющих технологию наблюдательного процесса: телескопов, их систем управления, астрономических приборов, систем управления этими приборами, систем сбора данных, систем буферизации и архивизации данных и т.д. Данные, проходя через все эти шаги, связывают их между собой и определяют технологию работы с экспериментальным материалом.

В последнее время наблюдательная астрономия практически имеет дело только с данными, получаемыми в цифровым виде, и это определяет ее зависимость от состояния и развития вычислительных средств и программного обеспечения. Каждый из вышеперечисленных шагов предполагает наличие определенного типа этих компонент.

Оптимизация параметров цепочки получения информации с точки зрения вычислительных средств и программного обеспечения является достаточно важной задачей, ибо после развития телескопов, астрономических приборов и астрономических приемников, именно она определяет временные затраты астронома на получение конечного результата его работы.

Специальная астрофизическая обсерватория как астрономический центр имеет все звенья цепочки работы с экспериментальными данными, и процесс получения информации связан с профессиональной деятельностью астрономов САО: разрабатываются новые приборы и методы наблюдений, планируются и реализуются наблюдательные программы, постоянно проводится обработка полученного материала. Как универсальный инструмент, 6-метровый телескоп всегда имел большой набор разнообразных методов и инструментов, а значит, и достаточно большое число систем сбора, систем редукции данных и проблем, связанных с созданием и развитием тех и других.

Скачкообразное развитие вычислительных средств в конце 80-х годов, появление большого количества новых типов компьютеров привело к осознанию необходимости выработки концепции развития цепочки

$$\texttt{Сбор} \longrightarrow \texttt{Архивизация} \longrightarrow \texttt{Обработка} \longrightarrow \texttt{Анализ} \quad ,$$

для обсерватории на ближайшее будущее и с учетом перспектив развития вычислительных и программных средств, методов и приборов. Такая концепция была сформулирована в 1990 году и состояла в следующем:

1. Сбор, обработка и архивизация данных представляют однородный, связанный процесс и должны осуществляться в одной среде. Требование многозадачности при наблюдениях и при обработке, естественность последующего развития, подразумевающего создание сетей и развитие моды удаленных наблюдений, а также тенденция развития мирового астрономического сообщества указывают на то, что этой средой должна являться операционная система UNIX.

2. Необходимо использование стандартной системы редукции астрономических данных (одной или нескольких), что позволит избежать проблем, связанных с ее развитием и поддержкой, и увеличит совместимость и переносимость программных продуктов, созданных внутри такой системы.

3. Необходима совместимость с мировым астрономическим сообществом по типам выходных данных.

4. Необходимо наличие архива наблюдательных данных.

В этом цикле лекций я коснусь только одного пункта этой концепции — стандартной системы редукции астрономических данных. Я почти ничего не буду рассказывать об операционной системе UNIX и о том, как в ней работать: для этого необходим еще больший цикл подобных лекций. Однако, уверен, что каждый из Вас, кто попробует работать с MIDAS (или с любой другой стандартной системой редукции астрономических данных), тут же поймет, что знать UNIX надо, ибо очень многое в процессе редукции приходится делать вне системы редукции (копировать файлы, переименовывать их, задавать недоуменные вопросы по электронной почте людям, знающим больше Вас на текущий момент обработки, и т.д. и т.п.). Но я могу сказать точно, о чем буду говорить. Любая стандартная система редукции — это безбрежный океан возможностей: начинающему в нем легко заблудиться и утонуть. Так вот, я расскажу о том, как начать работать в MIDAS. Я попытаюсь показать на наборе примеров и систематизации всего материала, как ориентироваться в MIDAS. Вместе с тем, я попытаюсь обозреть максимальное число возможностей в этой системе редукции, чтобы любой из Вас на основе этих лекций мог предполагать, в какой части этого океана лежит тот островок, который Вас интересует. Я расскажу о том, что из себя представляет язык для написания командных файлов в MIDAS, а также опишу, как встраивать в него свои программы, уже написанные ранее на C или FORTRAN и каких правил при этом надо придерживаться. В конце я также коснусь вопроса об установке MIDAS на собственный компьютер. Я работаю с этой системой уже более 10 -ти лет, считаю себя экспертом в MIDAS не только потому, что устанавливал его на 5 компьютеров различных типов и 9 разновидностей UNIX, но и потому, что обрабатывал в нем совершенно различные типы данных. За все это время мне задавали гигантское количество разнообразных вопросов, и я видел наиболее часто встречающиеся ошибки начинающих (и не только) пользователей. Поэтому постоянно в тексте я буду выделять предупреждающие конструкции **Внимание** и **Замечание**.

ВНИМАНИЕ : *Это будет выглядеть так*

Замечание : *Это будет выглядеть так*

MIDAS команды в тексте будут выделяться так: `MIDAS/COMMAND`.

1. Стандартные системы обработки. MIDAS — почему именно он?

Под стандартной системой редукции всегда подразумевается некий набор программ, предназначенных для обработки астрономических данных и работающих в некоторой программе-мониторе, которая обеспечивает передачу различных данных между программами и обеспечивает связь с операционной системой.

Проблема обработки данных в астрономии стара, как и сама астрономия, и имеет, с моей точки зрения, два принципиально разных подхода:

Первый – построение специализированной системы, оптимальной для данного приемника (или набора данных, или человека...).

Второй – установка и использование любой стандартной системы обработки астрономических данных.

Оба подхода, с моей точки зрения, абсолютно равны и могут выбираться в зависимости от конкретных условий, обстоятельств и пристрастий.

Первый подход обеспечивает наиболее быстрое решение проблемы и максимальное использование возможностей компьютера. Его недостаток — ориентированность на данный тип компьютера и/или операционной системы, а также приемника. Смена любой из этих компонент очень часто приводит не просто к необходимости перетранслировать программы — проблема становится куда более серьезней: требуется существенная переработка программ для подстраивания их под это изменение (это — плата за очень короткое время создания системы). Другой недостаток — необходимость сопровождения системы (по последним данным, на это уходит 75% времени у человека, который ее создал), так как речь идет не о нескольких программах, которыми пользуется один человек, написавший их для себя. Речь идет о документированной, развивающейся системе обработки, в которой должны быть исправлены ошибки.

Второй подход решает часть из этих проблем, но создает новые. Его преимущество состоит в том, что поддержка системы осуществляется ее создателями, которые систему и развивают. Система, как правило, содержит возможность обработки большого набора разнообразных данных, получаемых на различных приемниках, и, что является на мой взгляд самым главным, имеет общую концепцию развития с начала ее создания. Однако решение устанавливать стандартную систему обработки накладывает сразу же довольно жесткие ограничения на параметры используемых для этой цели компьютера и операционной системы, а также ... "увеличивает головную боль у того, кто устанавливает ее первый раз" и требует от этого человека достаточно большого времени для ее изучения.

Тем не менее, я лично (в силу различных причин и обстоятельств) придерживаюсь второго подхода. С моей точки зрения, гораздо проще изучить в деталях ЛЮБУЮ стандартную систему астрономических данных, а также механизмы встраивания в эту систему пользовательских программ (о чем, для MIDAS, я буду детально рассказывать в лекции 5 этого цикла) и после этого заниматься созданием дополнительного, необходимого только этому астрономическому прибору, приемнику или астроному, программного обеспечения, чем каждый раз пытаться делать практически все заново и, один-на-один сшибаясь в смертном бое с проблемой переносимости программ.

Однако не всегда все было так понятно и очевидно. Буквально десять лет назад, когда стало очевидно, что будущее компьютерного парка в России — это дешевые PC, еще не было ни одной стандартной системы редукции астрономических данных на этом самом PC (тогда и UNIX-то на PC встречался очень редко). Вот тогда в САО РАН по инициативе талантливого астронома Валентина Александровича Липовецкого, была создана рабочая группа из программистов и астрономов для переноса на PC одной из существующих стандартных систем обработки астрономических данных.

Для этого был сформулирован ряд требований по выбору оптимальной для САО РАН системы обработки астрономических данных:

1. Уже существующая возможность установки на максимальном количестве различных типов машин.

2. Наличие системы в исходных текстах, написанных на стандартных, широкоиспользуемых языках.

3. Наличие готовых программ и пакетов для обработки данных, имеющихся в САО.

4. Возможность встраивания новых программ и пакетов.

5. Возможность тесного и постоянного контакта с ее разработчиками.

Исходя из этих принципов, и была выбрана система MIDAS (разработанная и поддерживаемая Южноевропейской обсерваторией), обладающая на 1989 год рядом преимуществ относительно других известных систем. Работоспособность MIDAS-portable была проверена на многих типах компьютеров и в разных версиях OS, были пробы также и на персональных компьютерах (PS/2, OS AIX). Авторы считали своей главной задачей реализацию рабочей версии MIDAS в целом без существенных изменений с учетом ограниченных ресурсов персональных компьютеров, полностью сохраняя при этом концепцию переносимости.

Конец у этой сказки счастливый — уже в 1990 г. первая, перенесенная на PC, версия MIDAS заработала (хотя и не в полном объеме), а в 1992 году этот результат уже докладывался международному сообществу. С тех пор наша лаборатория (лаборатория "Структура"), а значит и САО РАН, в MIDAS и работает. При этом необходимо отметить, что стандартная система астрономических данных — IRAF (разработана и поддерживается в Национальной Оптической Астрономической Обсерватории, США) начала работать на PC с UNIX только с 1997 года!

Другими же известными стандартными системами редукции астрономических данных являются:

- AIPS — разработана в США для обработки радиоданных, имеет версию, работающую на PC с UNIX;
- STARLINK — разработана в Англии. Вот-вот должна появиться на PC с UNIX;
- VISTA — разработана в США для обработки оптических данных. Мне известен только очень урезанный, сделанный, видимо, студентом в качестве дипломной работы, пакет PC-VISTA.
- IDL — коммерческий пакет с векторным языком программирования. Не специализирован для обработки именно астрономических данных, но имеет огромный набор дополнительных пакетов, написанных именно астрономами и именно для обработки астрономических данных.

Вообще говоря, я не отдаю никакого предпочтения любой из всех перечисленных стандартных систем редукции данных: каждая из них имеет свои как положительные, так и отрицательные стороны. Мой опыт показывает, что во многих ситуациях они дополнительны друг к другу: поэтому в последнее время я использую как MIDAS, так и IRAF при обработке. Однако, с моей точки зрения, есть несколько аргументов в пользу того, чтобы прочитать лекции именно по MIDAS:
(1) разработанный в Германии, MIDAS несет в себе структуированность подхода, что сильно облегчает систематизацию знаний о нем. В частности, это относится к системе **HELP**.
(2) человеку, изучающему новую (первую?) стандартную систему редукции, постоянно хочется задавать вопросы более знающему товарищу. Так вот, людей знающих MIDAS, очень хорошо и достаточно хорошо, в САО РАН существенно больше, чем людей, знающих, скажем, IRAF, IDL или AIPS.
(3) пункт (2) также относится к установке и настройке.

2. Что из себя представляет MIDAS сейчас

MIDAS (Munich Image Data Analysis System) — это система, используемая для анализа различного рода астрономических данных, созданная и поддерживаемая в ESO. Систему начала развивать с 1979 года Image Processing Group из ESO с целью создать "открытую систему обработки данных", в которую можно легко встраивать новые программы и целые пакеты для обработки данных, полученных на новых астрономических приборах. С 1982 года MIDAS используется для обработки астрономических данных в

ESO, а также свободно распространяется в других астрономических заведених. С 1996 года система доступна любому человеку в текстах через INTERNET.

В настоящее время MIDAS работает под управлением операционных систем: VAX/VMS и UNIX и реализован на машинах различных типов: SUN, DEC, IBM, VAX, IBM, PCS, HP, Convex, Silicon Graphics и PC. Это возможно благодаря тому, что MIDAS распространяется в текстах, опирается на стандартные компиляторы (FORTRAN-77 и C) и на стандартные библиотеки. Последние или поставляются вместе с MIDAS, или присутствуют на большинстве компьютеров. В 1995 году было оценено, что на создание и отладку этой системы ушло примерно 300 человеко-лет (300 программистов трудилось один год, или один программист работал 300 лет — как Вам больше нравится). Тексты MIDAS, необходимые для инсталляции системы, занимают около 50 мегабайт дискового пространства, а полностью сгенерированная система занимает около 100 мегабайт. Система имеет три тома документации, поставляемой в виде PostScript и HTML файлов. Можно копировать уже сгенерированную систему для Вашего компьютера с Вашей версией UNIX, используя INTERNET адрес:

http://www.eso.org/projects/esomidas/

В настоящее время MIDAS содержит около 400 базовых команд, в нем реализовано большое количество различных пакетов (около 30) для обработки и анализа различных данных, полученных на астрономических приборах (что составляет еще дополнительно около 300 команд), а также содержит 8 GUI пакетов (графические пользовательские интерфейсы), позволяющие проводить обработку и анализ данных по технологии: Click-click-click-click... Более детально о составе пакетов в MIDAS я буду рассказывать в лекции 4 этого курса.

Если у пользователя появляются вопросы или он обнаруживает ошибку, то он немедленно может написать обыкновенное электронное письмо по адресу **midas@eso.org** или воспользоваться для этого специализированной формой в GUI-интерфейсе `CREATE/GUI help`.

MIDAS стоит на 4-х основных "китах":

- Графическая библиотека AGL (Astronet Graphical Library) — разработана в Italian ASTRONET и используется для вывода всех графиков (не изображений) на стандартный набор внешних устройств. Поставляется с MIDAS.

- Математическая библиотека NAG (Numerical Algorithms Group) — используется в некоторых пакетах, в том числе и для приближения методами максимального правдоподобия. NAG — это коммерческий пакет, поставляемый для [C,F77,ADA,Pascal,Algol68] и содержащий около 2000 подпрограмм, используемых при математических расчетах. В настоящее время разработчики MIDAS практически полностью ушли от использования этого пакета из-за разработки собственных программ.

- Библиотека использования изображений (IDI-интерфейс) — написана для эксплуатации ее под управлением X Window, что является основным вариантом работы в UNIX. Поставляется с MIDAS. Если бы ее не было, вся одномерная графика и визуализация изображений не могли бы существовать.

- Motif — библиотека, используемая для создания графических пользовательских интерфейсов. В настоящее время имеется ее публично доступный собрат.

MIDAS состоит из двух основных программ:

- MIDAS-монитора — он вызывается при старте MIDAS-сессии. Является интерпретатором Ваших команд и осуществляет разбор и анализ командной строки, набранной пользователем, связь с операционной системой, обмен данными между различными программами и между внешними устройствами. А также пытается объяснить Вам Ваши ошибки.

- IDI-сервера — он вызывается при запуске первой программы, работающей с графикой или с вводом/выводом изображений на image-дисплей и отвечает за обмен данными между монитором и графическим и image дисплеями. Поскольку IDI-сервер работает в X Window стандарте, это автоматически позволяет использовать для визуализации данных и результатов удаленные сетевые мониторы, работающие в X Window.

2.1. Особенности системы MIDAS

MIDAS обладает следующими особенностями:

- Система приспособлена для интерактивной работы;

- MIDAS команды моделируют командный язык DEC, работающий на операционной системе VAX/VMS;

- Команды можно объединять, создавая исполняемые командные файлы;

- Командный язык MIDAS является развитым языком программирования, так как обладает широким набором возможностей для написания программ: операторами цикла, операторами переходов, локальными/глобальными переменными, возможностью вызывать подпрограммы;

- Наличием развитой системы подсказок, снабженной детальным описанием всех команд и квалификаторов.

MIDAS поддерживает большой набор структур данных: Изображения (Images), Таблицы (Tables), Описатели (Descriptors), Ключевые слова (Keywords), Каталоги (Catalogs), Fit-files, что обеспечивает широчайший спектр возможностей. Об этом я буду рассказывать в дальнейшем.

Система обеспечивает ввод-вывод данных в FITS-формате, что облегчает перенос данных. Система поддерживает работу с огромным набором внешних устройств для вывода на них графики и изображений.

2.2. Базовые возможности

Существующий MIDAS обладает базовым набором функций для работы со своими структурами данных:

1. Чтение в image-дисплей (на VAX/VMS это специальный видеодисплей (типа DeAnza IP 8500), а в X Window — специально заведенное окно) изображений, масок, таблиц раскраски (look-up tables — LUT), таблиц преобразования интенсивности (intensity transfer tables — ITT) и запись их из image-дисплея на диск.

2. Интерактивная модификация LUT, позволяющая выделить некоторые особенности на изображении.

3. Увеличение(уменьшение) изображений, загруженных в image-дисплей, интерактивно или с фиксированными величинами.

4. Просмотр изображений в монохромном или в псевдоцветном режиме.

5. Извлечение участков изображений интерактивно, пользуясь курсором или используя заранее выбранные координаты.

6. Рисование спектров, контуров, гистограмм, перспектив.

7. Вращение, переворачивание и другие преобразования изображений (например, линеаризация).

8. Выполнение арифметических операций и других обычных FORTRAN-функций над изображениями и таблицами.

9. Различная фильтрация и Фурье-преобразования изображений и таблиц.

3. Пособие для самых нетерпеливых

Существует категория людей, которым хочется и нравиться разбираться во всем новом самим. Так вот, специально для них сообщаю, что MIDAS вызывается командой **inmidas**, выход из него — команда `BYE`, а самая полезная и необходимая команда — `HELP`. Также добавлю, что абсолютно необходимо хоть какое-то знание английского языка. Вышеперечисленного достаточно, чтобы начать разбираться во всем самим, а не читать всю эту рутину дальше.

4. Что такое MIDAS-команда

Одно из базовых понятий для работе с MIDAS — MIDAS-команда. MIDAS-команда выглядит вот так:

COMMAND/QUALIFIER par1 ... par8 !Комментарий

Она состоит из команды (COMMAND) и квалификатора (QUALIFIER), разделенных прямым слэшем (/) и набором входных параметров (par1 ... par8), отделенных друг от друга пробелами. В одной команде не может быть более 8-ми параметров. Через пробел за последним параметром может следовать восклицательный знак, обозначающий начало комментария, а дальше, собственно, комментарий. А вот комментарий может быть любой.

ВНИМАНИЕ : *Помните о пробеле между последним параметром и знаком комментария. Его отсутствие может привести к странностям при выполнении командных файлов, создание которых является естественным продолжением интерактивной моды работы в MIDAS.*

Несколько странный вид комманды, доставшийся MIDAS от системы IHAP и операционной системы VAX/VMS, является очень удобным, с моей точки зрения, ибо позволяет дополнительно систематизировать команды. По внутреннему MIDAS-стандарту принято, что команда обозначает некое действие, а квалификатор — то, с каким типом данных это действие выполняется. Например:

`STATISTICS/IMAGE` — расчет статистических характеристик изображения или его фрагмента;

`STATISTICS/TABLE` — расчет статистических характеристик колонки таблицы;

`EDIT/TABLE` — редактирование таблицы;

`READ/KEYWORD` — чтение содержания ключевого слова.

Существуют, конечно, и исключения, когда квалификатор специфицирует тип действия. Например:

`FILTER/GAUSS` — фильтрация с использованием GAUSS-функции;

`FILTER/SMOOTH` — фильтрация при помощи скользящего среднего (осреднение).

Исключение также составляют дополнительные команды из пакетов (контекстов — о них я подробнее буду рассказывать в четвертой лекции). В них команда обозначает действие, а квалификатор специфицирует, из какого пакета эта команда. Например:

`PLOT/ECHELLE` — рисование спектров в пакете ECHELLE-редукции;

`PLOT/LONG` — рисование спектров в пакете редукции двумерных спектров, полученных в моде "длинная щель".

Как я уже говорил, параметры разделены пробелом и могут быть числами (в общем случае — несколько чисел, разделенных запятыми) или именами изображений/таблиц/описателей/ключевых слов. Например:

`STATISTICS/IMAGE ccdimage CURSOR` — имя входного изображения и выбор моды работы с ним (курсор);

`FILTER/GAUSS ccdinput ccdoutput 2,2 3.,1.,3.,1.` — имена входного и выходного изображений, а также наборы числовых параметров фильтрации;

`EDIT/TABLE mytab` — имя входной таблицы;

`READ/KEYWORD inputi` — имя ключевого слова.

Параметры в MIDAS-команде позиционные. Это значит, что первым должен стоять первый параметр, вторым — второй и так далее. При этом многие параметры имеют значения "по умолчанию" (о чем будет сказано в третьей Лекции). При написании команды параметры, значения которых "по умолчанию" нас удовлетворяют, обозначаются просто знаком "?". Если все последующие параметры со значениями "по умолчанию" нас удовлетворяют, они просто не пишутся. Например:

`STATISTICS/IMAGE ? CURSOR` — статистика текущего (визуализированного в image-дисплее) изображения. Область выбирается курсором;

`FILTER/GAUSS ccdinput ccdoutput` — имена входного и выходного изображений. Параметры фильтрации — "по умолчанию".

Однако есть способы написания параметров в произвольном порядке. Для этого пишется выражение Pномер_параметра=значение. При такой записи параметры могут следовать в произвольном порядке. Например:

`STATISTICS/IMAGE P2=CURSOR` — статистика текущего (визуализированного в image-дисплее) изображения. Область выбирается курсором;

`FILTER/GAUSS P2=ccdoutput P1=ccdinput` — имена входного и выходного изображений. Параметры фильтрации — "по умолчанию".

Большинство команд имеют квалификатор, но некоторые — нет. Их очень мало и их надо знать "в лицо":

`BYE` — команда "прощания" с MIDAS (выход из сессии обработки);

`HELP` — самая простая команда запроса о помощи у системы;

`RUN` — исполнение монитором MIDAS внешней программы, написанной на C или FORTRAN.

Написание команд и квалификаторов может быть укорочено до некоего минимума, когда монитор еще различает их между собой. Например:

`STATISTICS/IMAGE` сокращается до `STAT/IMA` и даже до `ST/I`;

`FILTER/GAUSS` сокращается до `FILT/GAUSS` и даже до `FI/G`;

`EDIT/TABLE` сокращается до `EDIT/TAB` и даже до `ED/T`;

`READ/KEYWORD` сокращается до `READ/KEY` и даже до `R/K`.

> **ВНИМАНИЕ** : *Учтите, что этот минимум зависит от версии MIDAS и от загруженных пакетов (появились новые команды). Я настоятельно не рекомендую укорачивать команды и квалификаторы при написании командных файлов. Зв это можно поплатиться тем, что они перестают работать в следующих версиях системы (она развивается и появляются новые команды).*

Советую использовать клавиши *Tab* при вводе командной строки. После нажатия этой клавиши монитор попытается вставить всю команду целиком, если Вы ввели уже минимум, позволяющий монитору сделать однозначный выбор.

5. Сага о формате FITS и основные типы данных системы MIDAS

Когда-то очень-очень давно (лет двадцать-тридцать назад), когда началась вторая волна компьютеризации в астрономии, проблема переносимости данных предстала перед астрономами-наблюдателями во всей своей красе: данные стали такими большими по объему, что их уже стало невозможно передать в виде тетрадки, записанной от руки, распечатки или колоды перфокарт. А компьютеров стало много и очень разных с сильно отличающимся матобеспечением. Поэтому астроном **A**, передавая астроному **B** полученные им для него данные (в те времена это происходило, в основном, при помощи магнитных лент), должен был, во-первых, очень детально описать в прилагающемся письме, каким образом и что записано на ленте (сколько байт, порядок бит, число записей), а во-вторых, детально описать сам процесс наблюдения — где, что и как. Вот тогда-то и был выработан стандарт формата — FITS (Flexible Image Transport System). Идею его можно выразить несколькими словами — это самоописанный тип данных. Сначала идет заголовок, в котором в соответствии с жесткими правилами описано, какие данные идут за ним: их размерность, число точек по каждой из осей, когда и кем данные были получены и так далее и тому подобное. Считается стандартом, что результаты наблюдений автоматически получаются в формате FITS. Все стандартные системы редукции могут читать/записывать файлы данных в стандарте FITS. Однако при работе практически все стандартные системы редукции используют не FITS, а некоторые свои специфические внутренние форматы. Это связано как с историей самой системы редукции, так и с ее основными типами данных.

Вообще типы данных, используемые системой редукции, имеют огромное значение. Если Вы разработчик, то внимательно проработайте этот вопрос, и получится красивое, стройное дерево системы редукции, к которому совешенно естественным образом прирастает все то новое, что появляется в астрономии. Выберите неправильный стандарт или недостаточное количество разных типов данных, и уже вскоре Вы почувствуете, как ограничены в своих возможностях в рамках созданного матобеспечения. Например, Вы как разработчик забыли о таблицах — а ведь многочисленные конечные результаты обработки — это именно таблицы! Или, если Вы ограничитесь двумерными изображениями, то немедленно обнаружите, что многие астрономические приемники или системы сбора в настоящее время выдают трехмерные массивы!

Так вот, с моей точки зрения, MIDAS был разработан очень грамотными астрономами и программистами. Основные типы данных, используемые внутри MIDAS:

- **Images (Frames)** — массивы однородных данных (размерностью до 3). Частный случай изображений — это битовые или байтовые маски, которые могут быть использованы для выбора интересующей области в изображениях. Файлы стандартно имеют расширения: ".bdf".

- **Tables** — содержат данные в строках и колонках, и эти данные могут не иметь одинакового физического значения (неоднородные). Двумерные (трехмерные) массивы, организованные в колонки и строки, хранятся в виде бинарных файлов. Файлы стандартно имеют расширения: ".tbl".

- **Descriptors** — содержат информацию, которая физически ассоциируется с изображением, таблицей и fit-файлом (описывает их содержимое). Например, это имя или число пикселей на каждой оси и т.д. Набор дескрипторов встроен в них в виде отдельных "шапок".

- **Keywords** — это глобальные переменные MIDAS-монитора, используемые для связи между различными MIDAS программами.

- **Catalogues** — используются для работы с группами однородных файлов данных: таблицами, изображениями и ASCII-файлами. Это просто ASCII-файлы, содержащие списки таблиц, изображений или других ASCII-файлов. Имеют расширение ".cat".

- **Fit-files** — это файлы, используемые в FITTING-программах. Содержат описание математической функции и начальных значений параметров. Имеют расширение ".fit".

ВНИМАНИЕ : *Внутренние типы данных в MIDAS являются переносимыми только в рамках одной и той же операционной системы и сильно завязаны на hardware. Кроме того, существует несовместимость данных между некоторыми версиями MIDAS. Для портабельности бинарные данные в MIDAS необходимо преобразовывать в FITS или ASCII форматы.*

Замечание : *Хочу поделиться опытом: внутренние MIDAS-данные совместимы между PC-компьютерами и Alpha-станциями, и несовместимы между PC-компьютерами и компьютерами фирмы SUN.*

6. Первый шаг: старт и выход

Итак, вернемся к тому, что я уже коротко описывал ранее. Если на компьютере установлен MIDAS, то Вы можете вызвать его, просто набрав команду **inmidas**. Эту работу в конкретном MIDAS я буду называть MIDAS-сессией или просто сессией. Как только Вы почувствуете, что Вы хотите выйти из сессии, наберите команду `BYE`. Вернувшись к неоконченному после заслуженного отдыха, наберите команду **gomidas**, и Вы окажетесь в том месте, на котором остановились.

ВНИМАНИЕ : *Если Вы выполнили команду* **inmidas** *— стартовали MIDAS-сессию, то ни в коем случае не исполняйте эту команду параллельно второй раз — ничего хорошего не получиться. Чтобы научиться работать в нескольких MIDAS одновременно — смотрите лекцию 2 этого курса.*

Уже после первого вызова команды **inmidas** Вы обнаружите в Вашей домашней директории новую, имеющую стандартное название **~/midwork**. Не стирайте ее — она все равно будет создаваться каждый раз, когда Вы будете вызывать MIDAS. В ней MIDAS создает различные служебные файлы для текущей сессии.

Замечание : *Запись* **~/midwork** *стандартно для UNIX значит, что данная директория находится в Вашей домашней, которая иногда также обозначается как* **${HOME}**. *В этом обозначании вышесказанное записалось бы в виде* **${HOME}/midwork**.

Эта его особенность и определяет тактику работы в MIDAS: пользователь в любом, ему удобном месте создает новую директорию, заходит в нее копирует туда файлы данных и стартует MIDAS-сессию. Для обработки других данных он может создать другую директорию в другом месте (главное не запутаться!). В директории же ~/**midwork** пользователь держит написанные им командные файлы и программы, которые он использует при обработке данных, находящихся в разных директориях.

Рассмотрим теперь в качестве примера некую MIDAS-сессию, чтобы наглядно показать, насколько логически простыми являются основные команды системы MIDAS. Ее может повторить каждый при правильно и полностью установленном MIDAS.

> **ВНИМАНИЕ** : *По умолчанию считается, что Вы работаете в X Window.*

> **Замечание** : *Знак ">" в приведенном ниже примере выдает MIDAS-монитор в качестве приглашения к работе.*

inmidas — старт MIDAS-сессии.

> `-COPY MID_TEST:sombrero.bdf testima.bdf` — это самая непонятная строка во всем примере, обозначающая копирование изображения галактики Sombrero в MIDAS-формате из некоторой стандартной директории в текущую. Скопированное изображение будет иметь имя testima.bdf.

> `STAT/IMAGE testima` — считаем статистику по всему изображению.

> `CREATE/DISPLAY` — создаем image-дисплей.

> `LOAD/IMAGE testima` — визуализируем изображение в image-дисплее.

> `DISPLAY/LUT` — показываем текущую LUT-таблицу.

> `LOAD/LUT rainbow` — "загружаем" в дисплей новую LUT-таблицу.

> `GET/CURSOR` — Создаем курсор в image-дисплее.

> `EXTRACT/IMAGE pice = testima[100,120:200,220]` — извлекаем часть изображения testima.bdf и переносим в другое изображение с именем pice.bdf.

> `CREATE/GRAPH` — создаем графический дисплей.

> `PLOT/ROW testima 100` — рисуем строку номер 100 из изображения.

> `PLOT/COLUMN testima 100` — рисуем колонку номер 100 из изображения.

> `$ rm testima.bdf pice.bdf` — удаляем изображения с диска.

> `BYE` — завершаем MIDAS-сессию.

Таблица 1. Возможности команды `HELP`

Команда	Ее назначение	Пример
`HELP`	Краткий обзор всех команд	
`pattern?`	Список всех команд, начинающихся с pattern	RE?
`HELP command`	Список всех команд, содержащих command, с кратким описанием назначения и параметров	help read
`HELP command/qualif`	Подробный help по команде	HELP READ/KEY
`comnd/qualif ??`	Краткое описание назначения и параметров команды	READ/KEY ??
`HELP/QUALIF qualif`	Список всех команд, имеющих квалификатор qualif	HELP/QUALIF TABLE
`HELP/SUBJECT`	Полный список тем, по которым есть информация	
`HELP/SUBJECT subject`	Подробная информация по данной теме	HELP/SUBJ image
`HELP/CL`	Краткий обзор всех команд внутреннего языка MIDAS-монитора	
`HELP/CL comnd`	подробный help по команде языка MIDAS-монитора	HELP/CL IF
`HELP/KEY keyword`	описание назначения и типа ключевого слова	HELP/KEY inputi
`HELP [Topic]`	Детальное описание всех новостей и новых возможностей	HELP [News]
`HELP/APPLIC`	Полный список дополнительных команд	
`HELP/APPLIC APPLIC`	Подробное описание дополнительной команды applic	HELP/APPLIC autocuts

7. On-Line Help

Как я уже указывал ранее, в MIDAS хорошо развита система `HELP`. Она позволяет делать обзор всех команд или выделять все команды, имеющие данный квалификатор. Я настоятельно рекомендую начать самостоятельное изучение MIDAS именно с этой команды и полностью освоить все ее возможности. После освоения `HELP` регулярно используйте ее. Некоторые ее возможности приведены в Таблице **??** и проиллюстрированы примерами:

> **ВНИМАНИЕ** : *Внимательно читайте подробный help по команде. Параметры в квадратных скобках "[parametr]" являются необязательными.*

Очень удобным, с моей точки зрения, является GUI-интерфейс Help (вызов: `CREATE/GUI HELP`).

7.1. Разделы Tutorials

MIDAS обладает не только развитой системой help, но и многочисленным набором примеров. Это команды `TUTORIAL`. Они служат для демонстрации работы некоторых базовых команд, работы с различными типами данных, работы с различными контекстами и т.д. Напишите команду `HELP TUTORIAL` и посмотрите, какие команды имеются. Исполните их и посмотрите на результат.

> **Замечание** : *Есть еще один замечательный способ познакомиться со многими возможностями MIDAS. Дело в том, что после инсталляции системы, создается специальный пакет, тестирующий большую часть ее возможностей. По мере выполнения своих тестов, исполняемые команды появляются на терминале, а в графический и image-дисплеи загружаются результаты тестирования. Если пакет прервал свою работу — значит что-то с MIDAS на Вашем компьютере не в порядке — зовите системщика или начинайте разбираться сами. Итак, чтобы выполнить этот пакет, сначала наберите команду* `@ vericopy`*, а после того как она отработает, — команду* `@@ veriall` *и ... сидите и смотрите.*

> **ВНИМАНИЕ** : *Самая распространенная ошибка во время исполнения этого пакета — использование терминала с разрешением меньшим, чем 1024×768 точек. В один прекрасный момент исполнение прервется только потому, что графический и image-дисплеи не умещаются на Вашем экране. Системщик не поможет. Надо переделывать программы.*

И это конец первой сказки о MIDAS.

Список литературы

Князев А.Ю., Диссертация, 1997, с.1–248 (http://precise.sao.ru/Laboratory/Dis_akn/index.html)

Kniazev A.Y., Shergin V.S., Lipovetsky V.A. (1992) MIDAS on small computers: reduction of low order echelle spectra. 4-th ESO/ST-ECF Data Analysis Workshop: 169–176

MIDAS Users Guide, 1995a, **Volume A**

MIDAS Users Guide, 1995b, **Volume B**

Но эта премудрость — ничто в сравнении со второй премудростью, которую я тебе поведаю...
Леонид Соловьев. "Повесть о Ходже Насреддине"